

---

# CUADERNO 1

---

## ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO Y DEFINICIÓN ALTERNATIVA.

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE  
 $600 \text{ m}^3$



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán



## ÍNDICE

1. Introducción .....	3
2. Base de datos .....	5
2.1 Criterios de selección .....	5
2.2 Cálculo de las dimensiones iniciales a partir de las regresiones.....	9
2.3 Cálculo de las dimensiones iniciales a partir del Artículo Técnico .....	15
2.4 Dimensiones iniciales establecidas .....	16
3. Determinación de la alternativa más favorable .....	18
4. Estimación del Peso en Rosca .....	21
4.1 Peso del acero.....	21
4.2 Peso de la maquinaria .....	21
4.3 Peso del equipo restante .....	22
5. Cifra de Mérito .....	22
5.1 Coste de materiales a granel más coste de mano de obra de montaje del material a granel .....	23
5.2 Coste de equipos del buque .....	23
5.2.1 Coste de equipos de carga (CEc) .....	23
5.2.2 Coste de equipos de propulsión (CEp) .....	23
5.2.3 Coste de equipos de habilitación (CHf).....	23
5.2.4 Coste de equipos restantes (CEr) .....	24
5.3 Costes Varios .....	24
6. Determinación de la alternativa más favorable .....	24
7. Coeficientes de la carena .....	26
7.1 Coeficiente de Bloque.....	26
7.2 Coeficiente de la maestra .....	27
7.3 Coeficiente Prismático .....	28
7.4 Coeficiente de Flotación .....	28
8. Comprobación de la potencia .....	29

9. Comprobación del desplazamiento.....	32
9.1 Estimación Peso muerto.....	32
9.1.1 Peso de la carga .....	32
9.1.2 Peso de los consumos .....	32
9.1.3 Peso otras partidas .....	33
9.2 Peso en Rosca .....	35
10. Estimación del Francobordo .....	35
11. Croquis.....	38
12. Bibliografía .....	40
13. Anexos .....	40

## 1. INTRODUCCIÓN

A la hora de abordar el proyecto del buque pesquero, el armador debe de tener claro las ideas fundamentales que han de servir de base para el desarrollo del proyecto del futuro buque:

- Ruta a realizar.
- Tipo de pesca a emplear.
- Capturas promedio que se piensan conseguir.
- Situación más probable de los lugares de pesca.
- Velocidad requerida para el buque.
- Grado de mecanización del buque, necesidades de los tripulantes, etc.

Por lo tanto, hemos de tener en cuenta las siguientes consideraciones previas al proyecto del buque pesquero.

- Es importante conseguir la máxima eficiencia en el mínimo espacio.
- Deben de seleccionarse equipos de probada eficiencia en el mínimo espacio.
- El buque debe de concebirse para la explotación de los recursos pesqueros y debe estar vinculada exclusivamente al factor pesca.

Hemos de tener presente que este proyecto trata de un buque pesquero congelador, preparado mediante el arrastre por popa, para la captura de especies de fondo, para el procesado de las capturas, su congelación y el almacenamiento en bodega. El buque será proyectado cumpliendo con el reglamento de la Sociedad de Clasificación del Det Norske Veritas<sup>3</sup>, así como la Legislación Española en vigor aplicable a este tipo de buques.

Los datos de partida son los siguientes:

- Tipos de buque: Arrastrero congelador por popa.
- Clasificación y Reglamentos aplicables: DNV, Torremolinos, MARPOL.
- Volumen de bodegas: 600 m<sup>3</sup>.
- Velocidad: 13 nudos a velocidad de servicio con 85% MCR y 15% MM.
- Ruta: 50 días.
- Propulsión: motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.
- Tripulación: 19 tripulantes.

En la fase preliminar del proyecto, se realizará una estimación de las dimensiones del buque proyecto de las siguientes formas:

1. Creación de una base de datos a partir de barcos de características similares a nuestro buque. Y utilizando los datos reflejados en dicha base de datos para la elaboración de las curvas de regresión que relacionen los datos incluidos en dicha base.
2. A partir del Artículo Técnico<sup>1</sup>, “Proyecto Básico del buque arrastrero congelador por popa” realizado por Chakkor Mohammed Reda y Fernando Junco Ocampo, publicado en la revista Ingeniería Naval, Abril 2000. El cual, proporciona una formulación realizada a partir de regresiones lineales de datos estadísticos, con los que obtener los parámetros principales del buque.

En el diseño del buque arrastrero por popa intervienen conjuntamente los estudios económicos y técnicos para optimizar los resultados.

## 2. BASE DE DATOS

Una vez obtenidas las dimensiones por los dos métodos, se efectúa la media, cuyos resultados serán las dimensiones principales del buque base.

A continuación, se procede a la optimización de dichos valores mediante una combinación de las relaciones dimensionales a partir de las obtenidas para el buque base, marcando unos límites inferior y superior en dichas relaciones. Dicha combinación permitirá obtener un número determinado de alternativas posibles, cada una con unos parámetros dimensionales determinados. Algunas de estas alternativas entrarán dentro de los límites establecidos y serán consideradas, mientras que otras se encontrarán fuera del intervalo y serán descartadas. De las combinaciones admisibles se elegirá finalmente aquella que resulte más ventajosa desde el punto de vista de la cifra de mérito que se escogerá más adelante.

Luego se procederá a calcular una primera estimación del francobordo y una predicción de potencia.

### 2.1 Criterios de selección

Para la elaboración de la base de datos se ha tenido en cuenta que este tipo de buques, se caracterizan fundamentalmente por:

- La Cámara de Máquinas se ubica en popa.
- Las bodegas de pescado se sitúan en el centro del buque en crujía, utilizando para ello el espacio por debajo de la cubierta principal.
- El pantano de pesca se extenderá a lo largo de toda la eslora del buque, por lo tanto que nuestro buque.
- Consta de dos cubiertas corridas de proa a popa, una principal (de francobordo) y una superior (cubierta shelter) donde se desarrollan los trabajos de izado de la red de arrastre.
- Tienen un pórtico a popa de la sección media.

- Cubierta castillos sobre la que va el puente de gobierno, situado normalmente a proa de la sección media.
- Poseen en su mayoría bulbo de proa así como popa de espejo con rampa para el largado e izado de la red.
- En la parte alta de la cubierta de arrastre disponen de una escotilla desde donde se introduce la carga en la zona de procesado de pescado, sobre la cubierta principal, pasando a continuación por a los túneles de congelación y desde allí a la bodega principal de carga situada a pro de la Cámara de Máquinas que está situada a popa.
- Hélice transversal a proa para mejorar la maniobrabilidad en puerto.

Para realizar la base de datos utilizaré la información de buques arrastreros congeladores por popa, obtenida de las revistas navales<sup>2</sup> Infomarine, Rotación y de las páginas de web de las Sociedades de Clasificación<sup>3</sup> y de los astilleros Freire, Gondan, Armón, M. Cíes, Karstensens entre otros, donde se fabricaron los buques. La base de datos esta formada por 31 buques construidos desde el 2002 hasta la actualidad, es lo suficientemente amplia y representativa para así poder realizar un dimensionamiento inicial realista, en el que se ha optado por introducir buques con una capacidad de bodegas similar o cercana a la requerida en las RPA 600 m<sup>3</sup>.

Con los datos de los buques deduciremos a partir de ecuaciones paramétricas mediante análisis de regresiones lineales las dimensiones principales, coeficientes de forma.

En el Anexo II se adjuntará toda la información de los barcos utilizados para la base de datos.

NOMBRE	ltotal	lpp	Bitr	Dcp	Dcs	T	V. Carga	Velocidad nudos	POTENCIA (kW)	GT	AÑO
AKAMALIK	75,8	69,86	14,5	6,29	9,29	6,29	1789	15	4860	3200	2001
ANA GANDON	58	48,75	10	4,5	6,7	4	725		3229	942	2001
ANDENESFISK II	54,4	46,8	12,2	5,2		5,76	665	14,2	2880	1354	2000
ANDRE LEDUC	44,23	36,6	11	4,75	7,1	4,7	420	13	1850	836	2004
BAKUR	37	31,54	9,5	5,4	7,7	5,4	450		970	457	2003
BATSFJORD	50,2	42,6	12,2	5,2		4,85	340	14,6	2923,1	1190	1999
BRESSAY BANK	44	36,6	11	4,55	6,9		388	12		740	2002
BROEGG	40	36	10,5	4,3	6,7		420		1864,2	681	2005
CARMONA	37,3	32,2	9,08	5,5	6,6		570		1620	460	2000
COSTA CABO	60	50,5	11,5	4,5	7	4,2	850	12		1276	2002
DOGGI	39,79	35,84	10,5	6,71		6,3	428		1840	691	2002
FAKIR	53,85	42	11	4,4	6,8		725			942	2005
JULIANNE	38,1	32,6	12	5,3	7,8	6,5	580	13,9	3042,5		2005
LJAFJORD	64	56,64	13,8			7	547		2880	1825	2012
LÖVÖN	44	39,6	11		7,6	6	800	8	2000	807	2012
MAR DE MARES	38,35	32	8,4	3,7	5,9	3,05	200	13	1008,9	409,1	2003
MONTE MEIXUEIRO	62,5	55,5	12,5	4,9	7,6	4,95	1600	11	1486	1790	2005
NATARNAQ	67,5	60	14,5	6,2	9,2	6,1	1400	14	4860	2815	
OCEAN QUEST	61,5	58,3	13,2	5,7	8,15	7	1400			1632	2002
PAULA	59,2	51,6	12	5,5	8	7	1430	16	3460	1375	2011
PEMBAY BAY	48	43,5	11	3,5	6,8		722	12		928	2002
PÖRUNN SVEINSDÓTTIR	39,95	34	11	4,7	4,7	7,1	330				2010
RIO CAXIL	50,5	42	10	4,05	6,6	4	590	11	745,7	868	2004
RONAN ROSS	37,3	32,6	9	5,5	6,6	5,63	600	12	1118,5	447	2003
RYPEFIORD/ NORDTIND	44,95	40,22	10,2	4,4	6,65	4,8	425	12	1800	699	2003
SUNDERØY	56,2	49,2	14	5,6		6	873	16	4500	1874	2004
UR EZTA/URONDO	39	30,6	8,8	3,8		3,25	190			387	2004
VILLA HIO	50	41	9,7	4,25	6,55	4,25	690	10	1379,5	825	2002
VILLA PITANXO /NORES	50	41	9,7	4,35	6,85	4	570	10	1026,4	825	2004
WIRON V	55,64	49,45	11,6	5,2	7,9	5,2	884	14	2760	1222	2002
WESTERN VIKINGO	56,2	50,2	12,5	5,3	7,8		1115		1540	1135	2014



TABLA 2: Relaciones utilizadas en las regresiones:

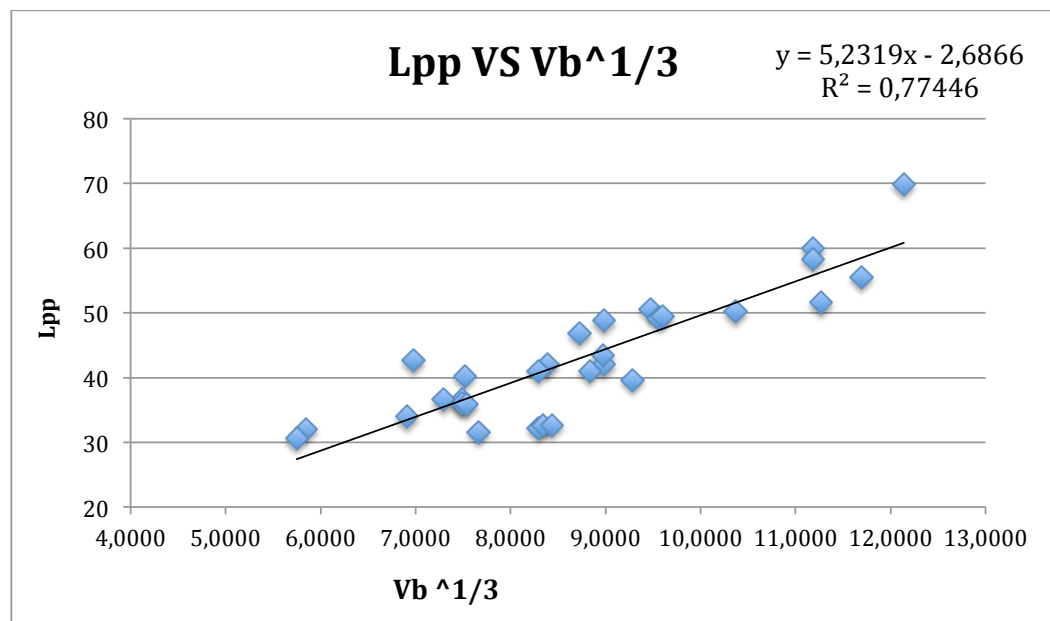
Lpp/B	Lpp/Dcp	Lpp/T	B/Dcp	B/T	Dcp/T	Lpp/Dcs	B/Dcs	Lpp*B*Dcp
4,8179	11,10652	11,10652	2,30525	2,30525	1,00000	7,51991	1,56082	6371,581
4,8750	10,83333	12,18750	2,22222	2,50000	1,12500	7,27612	1,49254	2193,750
3,8361	9,00000	8,12500	2,34615	2,11806	0,90278			2968,992
3,3273	7,70526	7,78723	2,31579	2,34043	1,01064	5,15493	1,54930	1912,350
3,3200	5,84074	5,84074	1,75926	1,75926	1,00000	4,09610	1,23377	1618,002
3,4918	8,19231	8,78351	2,34615	2,51546	1,07216			2702,544
3,3273	8,04396		2,41758			5,30435	1,59420	1831,830
3,4286	8,37209		2,44186			5,37313	1,56716	1625,400
3,5463	5,85455		1,65091			4,87879	1,37576	1608,068
4,3913	11,22222	12,02381	2,55556	2,73810	1,07143	7,21429	1,64286	2613,375
3,4133	5,34128	5,68889	1,56483	1,66667	1,06508			2525,107
3,8182	9,54545		2,50000			6,17647	1,61765	2032,800
2,7167	6,15094	5,01538	2,26415	1,84615	0,81538	4,17949	1,53846	2073,360
4,1043		8,09143		1,97143				
3,6000		6,60000		1,83333		5,21053	1,44737	
3,8095	8,64865	10,49180	2,27027	2,75410	1,21311	5,42373	1,42373	994,560
4,4400	11,32653	11,21212	2,55102	2,52525	0,98990	7,30263	1,64474	3399,375
4,1379	9,67742	9,83607	2,33871	2,37705	1,01639	6,52174	1,57609	5394,000
4,4167	10,22807	8,32857	2,31579	1,88571	0,81429	7,15337	1,61963	4386,492
4,3000	9,38182	7,37143	2,18182	1,71429	0,78571	6,45000	1,50000	3405,600
3,9545	12,42857		3,14286			6,39706	1,61765	1674,750
3,0909	7,23404	4,78873	2,34043	1,54930	0,66197	7,23404	2,34043	1757,800
4,2000	10,37037	10,50000	2,46914	2,50000	1,01250	6,36364	1,51515	1701,000
3,6222	5,92727	5,79041	1,63636	1,59858	0,97691	4,93939	1,36364	1613,700
3,9431	9,14091	8,37917	2,31818	2,12500	0,91667	6,04812	1,53383	1805,074
3,5143	8,78571	8,20000	2,50000	2,33333	0,93333			3857,280
3,4773	8,05263	9,41538	2,31579	2,70769	1,16923			1023,264
4,2268	9,64706	9,64706	2,28235	2,28235	1,00000	6,25954	1,48092	1690,225
4,2268	9,42529	10,25000	2,22989	2,42500	1,08750	5,98540	1,41606	1729,995
4,2629	9,50962	9,50962	2,23077	2,23077	1,00000	6,25949	1,46835	2982,824
4,0160	9,47170		2,35849			6,43590	1,60256	3325,750

## 2.2 Cálculo de las dimensiones iniciales a partir de las regresiones

Para que las regresiones sean válidas las  $R^2$  obtenidas deberán ser cercanas a 1 y mayores de 0,5. Por ello, se realizan diferentes regresiones para cada dimensión del buque y la elegida será la mayor.

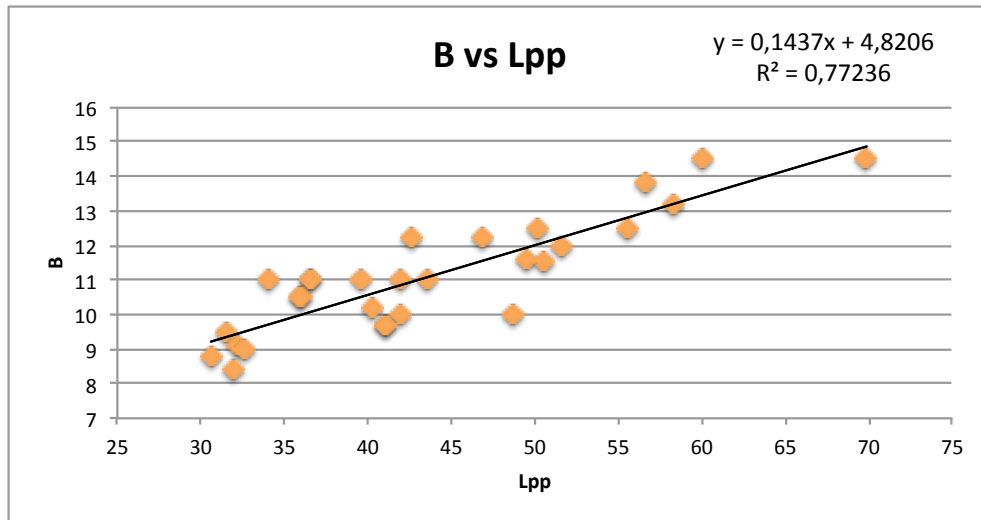
a) Obtención de la eslora entre perpendiculares:

En la primera gráfica representamos la  $L_{pp}$  frente a  $V_{Carga}^{1/3}$ .

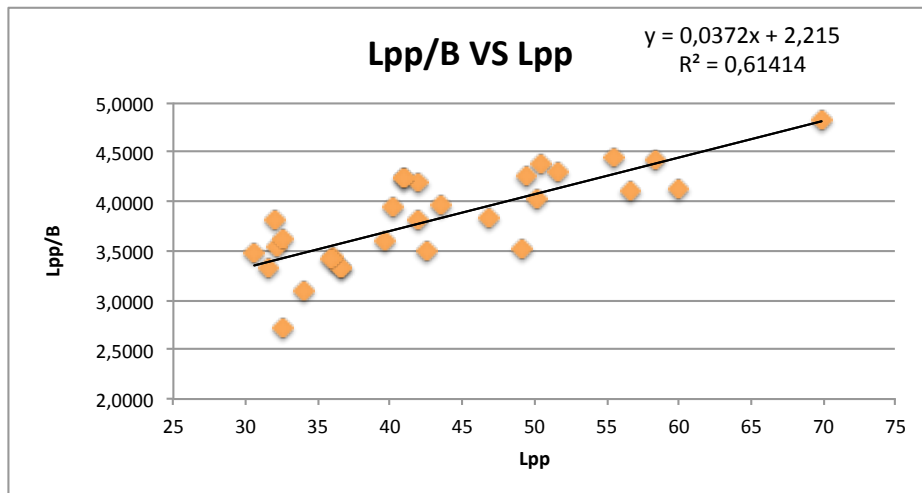


$$L_{pp} = 5,2319 * V_{Carga}^{\frac{1}{3}} + 2,6866 = 5,2319 * 8.4343 + 2,6866 = 41,449 \text{ m}$$

b) Obtención de la manga:



$$B = 0,1437 * Lpp + 4,8206 = 0,1437 * 41,449 + 4,806 = 10,776 \text{ m}$$

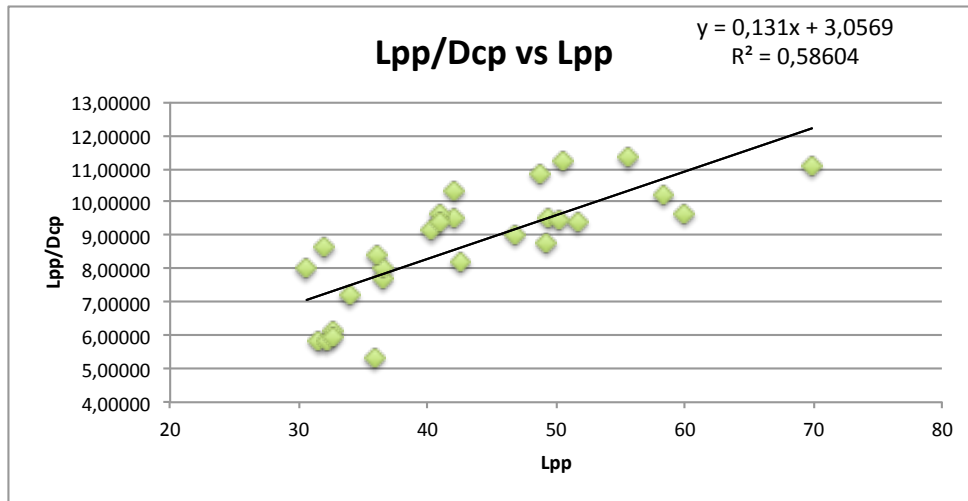


$$\frac{Lpp}{B} = 0,0372 * Lpp + 2,215 = 0,0372 * 41,449 + 2,215 = 3,757$$

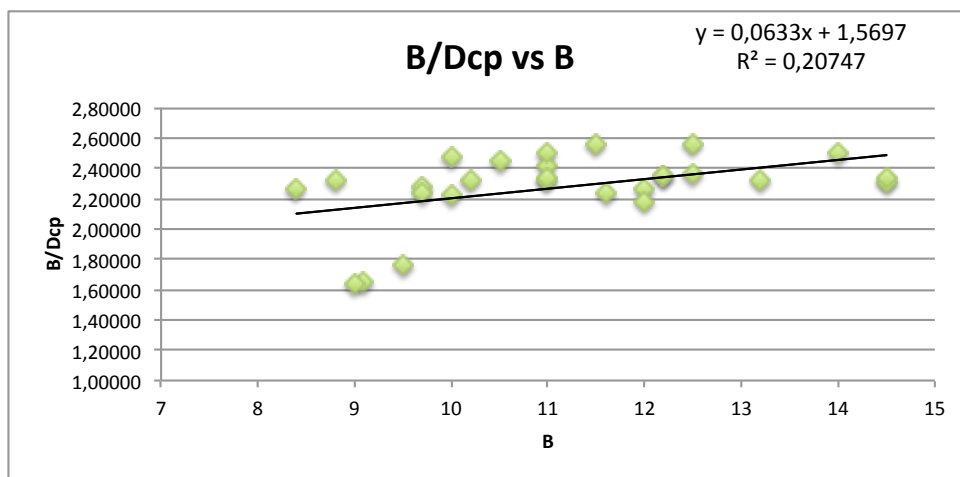
$$B = \frac{Lpp}{Lpp/B} = \frac{41,449}{3,767} = 11,03 \text{ m}$$

La manga elegida será la que mayor  $R^2$ , en este caso **B = 10,776 m**.

c) Obtención del puntal a la cubierta principal:



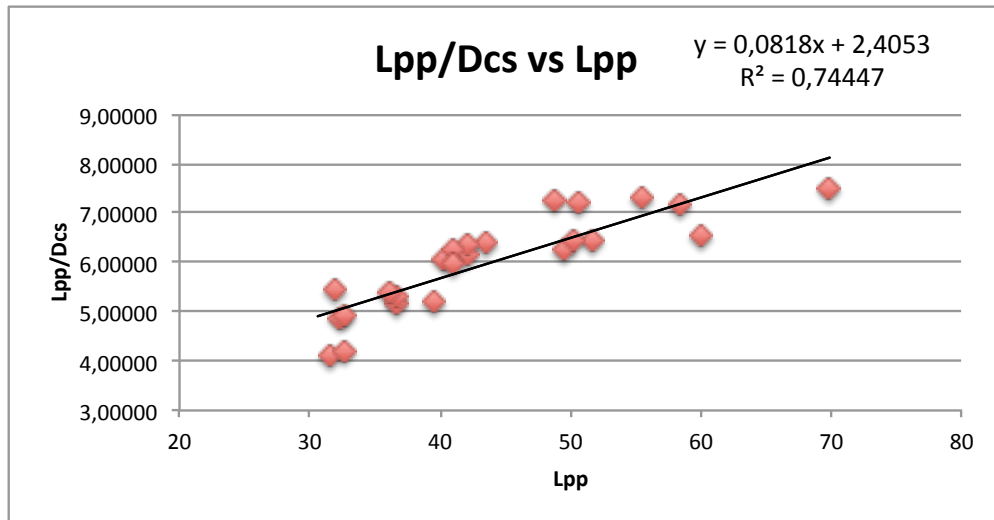
$$Dcp = \frac{Lpp}{Lpp/Dcp} = \frac{41,449}{8,4867} = 4,884 \text{ m}$$



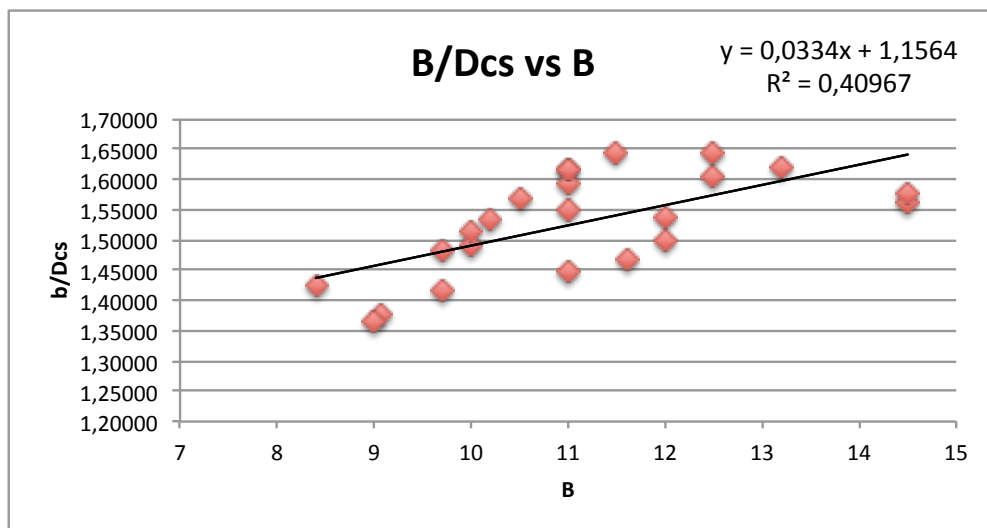
$$Dcp = \frac{B}{B/Dcp} = \frac{10,776}{0,0633 * 10,776 + 1,5697} = 4,785 \text{ m}$$

El puntal de la Cubierta Principal elegida será la que mayor  $R^2$ , en este caso **Dcp = 4,884 m.**

d) Obtención del puntal a la cubierta superior:



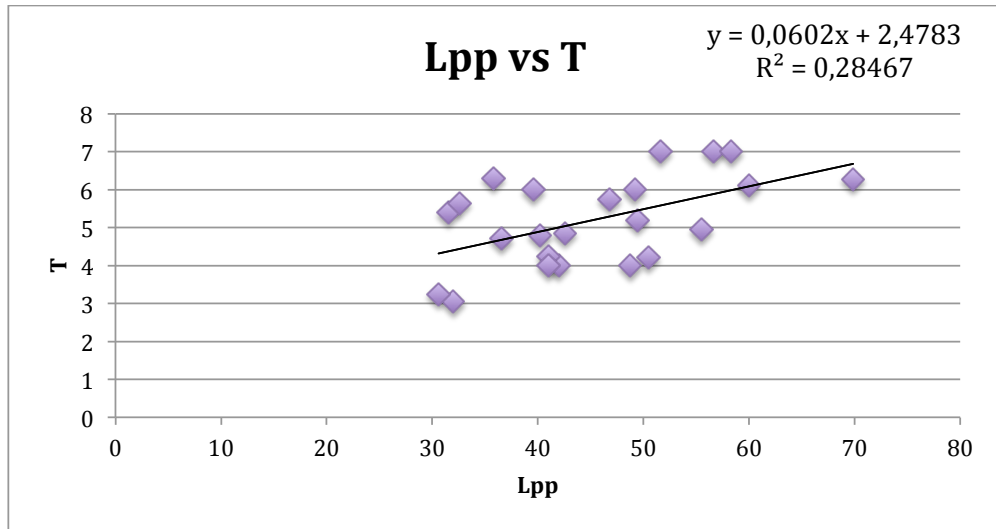
$$Dcs = \frac{Lpp}{Lpp/Dcs} = \frac{41,449}{0,0818 * 41449 + 2,4053} = 7,151 \text{ m}$$



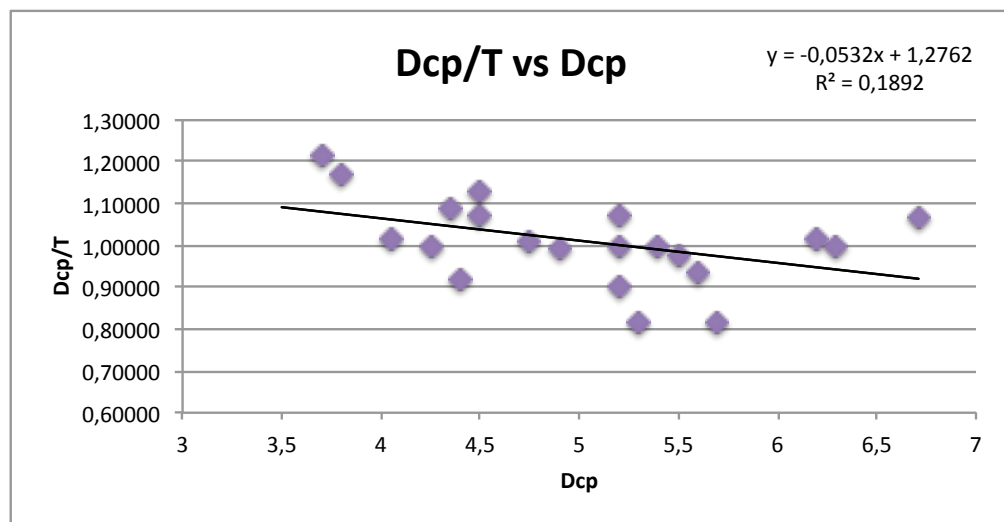
$$Dcs = \frac{B}{B/Dcs} = \frac{41,449}{0,0334 * 10,776 + 1,1564} = 7,106 \text{ m}$$

El puntal de la Cubierta Superior elegida será la que mayor  $R^2$ , en este caso **Dcs = 7,151m.**

e) Obtención del calado:



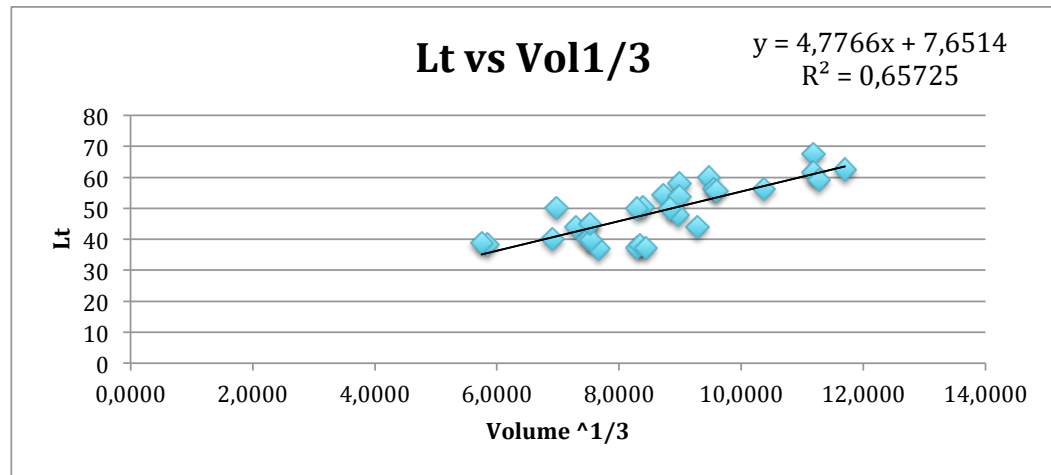
$$B = 0,06602 * Lpp + 2,4783 = 0,06602 * 41,449 + 2,4783 = 4,473 \text{ m}$$



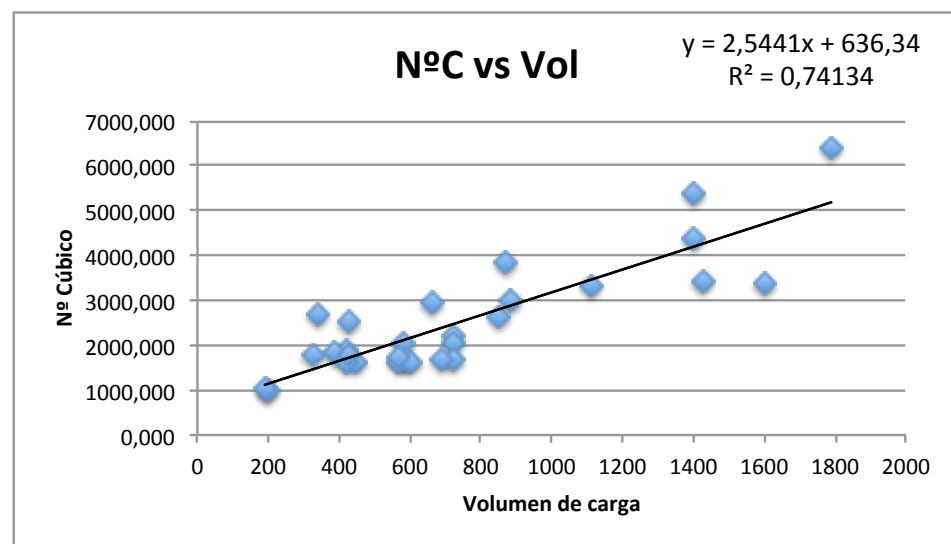
$$T = \frac{Dcp}{Dcp/T} = \frac{10,776}{0,0633 * 10,776 + 1,5697} = 4,785 \text{ m}$$

## f) Obtención de la eslora total:

Representamos Lt frente a Volumen Carga<sup>1/3</sup>.



$$Lt = 4,7766 * V Carga^{\frac{1}{3}} + 7,6515 = 4,7766 * 8,4343 + 7,6515 = 47,939 m$$





Alternativa obtenida mediante las regresiones:

DIMENSIONES PRINCIPALES	
Lt	47,939
Lpp	41,441
B	10,776
Dcp	4,884
Dcs	7,151
T	4,473

Tabla 2.2.1 Dimensiones de las regresiones

### 2.3 Cálculo de las dimensiones iniciales a partir del Artículo Técnico

Del apartado 4.2 “*Obtención de los parámetros principales a partir de las regresiones lineales de datos estadísticos*” del Artículo Técnico<sup>2</sup> de la revista Ingeniería Naval, sacaré las ecuaciones con las cuales obtendré los parámetros principales del buque. Los datos como la eslora entre perpendiculares, el calado, la capacidad de bodegas y la velocidad son datos de partida.

$$Lpp = 0,022 * CB + 26,565 = 0,022 * 600 + 26,565 = 39,765 \text{ m}$$

$$Ltotal = 1,1266 * Lpp + 2,6138 = 1,1266 * 39,765 + 2,6138 = 47,413 \text{ m}$$

$$B = 0,088 * Lpp + 6,095 = 0,088 * 39,765 + 6,095 = 9,594 \text{ m}$$

$$Dcp = 0,0329 * Lpp + 3,079 = 0,0329 * 39,765 + 3,079 = 4,397 \text{ m}$$

$$T = 0,0309 * Lpp + 2,981 = 0,0309 * 39,765 + 2,981 = 4,210 \text{ m}$$

## 2.4 Dimensiones iniciales establecidas

En el siguiente cuadro recogemos las dimensiones principales del buque:

	REGRESIONES	ARTÍCULO	MEDIA
<b>Ltotal</b>	47,939	47,413	47,676
<b>Lpp</b>	41,441	39,765	40,603
<b>B</b>	10,776	9,594	10,185
<b>Dcp</b>	4,884	4,387	4,635
<b>Dcs</b>	7,151	-	7,000
<b>T</b>	4,473	4,210	4,341
<b>Nº Cubico</b>	-	-	1916,951

Tabla 2.4.1 Dimensiones principales

La solución inicial se muestra en este cuadro, que compara los datos antes obtenidos por las regresiones y los obtenidos por las fórmulas del artículo técnico. Se puede apreciar una pequeña diferencia en la manga.

A continuación, se obtiene las relaciones adimensionales del proyecto inicial y se comprueba si están comprendidas entre los valores de máximos y mínimos de las relaciones obtenidas de nuestra base de datos.

	MÍNIMA	PROYECTO	MÁXIMA
<b>Lpp/B</b>	2,717	3,987	4,875
<b>Lpp/Dcp</b>	5,341	8,759	12,429
<b>Lpp/Dcs</b>	4,096	5,800	7,520
<b>B/Dcp</b>	1,549	2,197	3,143
<b>B/T</b>	1,549	2,346	2,754
<b>B/Dcs</b>	1,234	1,455	2,340

Tabla 2.4.2 Relaciones adimensionales

Una vez conocida las dimensiones iniciales, necesitamos realizar algunas primeras estimaciones Coeficiente de bloque, Nº de Froude, Desplazamiento. Que serán necesarias para la elección de la alternativa más favorable para las dimensiones finales del buque proyecto.

Coeficiente de Bloque:

- P.S. Katsoulis:

$$Cb = k * f * Lpp^a * B^b * T^c * V^d = \mathbf{0.5088921}$$

Para arrastreros f = 1; k = 0.821; a = 0.42; b = -0.3072; c = 0.17221; d = -0.6135

- Munro-Smith:

$$Cb = 1 - 0.23 * \left( \frac{V}{Lpp^{0.5}} \right) = \mathbf{0.75862449}$$

- Van Lammeren:

$$Cb = 1,137 - 0,6 * \left( \frac{V}{Lpp^{0.5}} \right) = \mathbf{0.50732475}$$

$$CB_{final} = 0,59161282$$

$$N^{\circ} \text{ Froude} = \text{velocidad(m)} * (g * Lpp)^{0,5} = 0,335066$$

$$\text{Desplazamiento} = Lpp * B * T * Cb * \rho = 1088,696 \text{ T}$$

Dimensiones iniciales:

<b>Ltotal</b>	47,68
<b>Lpp</b>	40,60
<b>B</b>	10,18
<b>Dcp</b>	4,64
<b>Dcs</b>	7,00
<b>T</b>	4,34
<b>Nº Froude</b>	0,335
<b>Cbloque</b>	0,592
<b>Δ (T)</b>	1088,7
<b>Vel. (knots)</b>	13
<b>Vel (m)</b>	6,687
<b>Densidad</b>	1,025
<b>V. Bodegas</b>	600

Tabla 2.4.3 Dimensiones iniciales

### 3. DETERMINACIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

Una vez conocidas las dimensiones principales, obtenidas de la base de datos y del artículo técnico, se busca alcanzar las dimensiones definitivas del proyecto.

El procedimiento efectuado consistió en la variación de la eslora entre perpendiculares, la manga y el puntal a la cubierta principal de 1,05 hasta un 0,96%, ya que se estimó que no era necesario un intervalo de valores mayor. Consiguiendo 125 alternativas diferentes.

Se propone variar la eslora, manga y puntal a la cubierta principal para generar diferentes alternativas. Para ello, en la base de datos se establecen rangos de variación de condiciones a cumplir por las alternativas L/B, L/Dcp, B/T, N° Cúbico y la condición de la Lpp y B, se desecharan todas las alternativas que no alcancen la Lpp y B de las dimensiones iniciales.

Dado que el proyecto es el de un buque pesquero se consideró el volumen de carga 600 m<sup>3</sup>, como el RPA más importante y por lo tanto invariable, asociado a éste valor está el Número Cúbico requerido 1916,95 m<sup>3</sup>. Como se trata de encontrar la mejor alternativa, mantendré el N° Cúbico inalterable, estableciendo una condición para el mismo.

El puntal de cada alternativa se obtiene dividiendo el desplazamiento entre el producto de la eslora, manga, Cb y la densidad.

A continuación, se muestra algunas alternativas, para mostrar el método a seguir.

Se adjuntará en el Anexo I las 125 alternativas.

Factor lpp	lpp	Factor B	B	Factor Dqp	Dqp	T	Qb	Condicion L/B	L/B	Condicion L/Dqp	L/Dqp	Condicion B/T	B/T	Condición Nº Cub	lpp*B*Dqp	Condiciones lpp	Condicion B	Nº FROUDE
1,05	42,633	1,05	10,694	1,05	4,86722826	3,4738	0,6435	SI	3,9865495	SI	8,75922052	NO	3,076779193	SI	2219,110	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1,03	10,491	1,05	4,86722826	3,5433	0,6435	SI	4,06395823	SI	8,75922052	NO	2,96064849	SI	2216,842	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1	10,185	1,05	4,86722826	3,6496	0,6435	SI	4,16587697	SI	8,75922052	NO	2,790729427	SI	2113,438	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	0,98	9,981	1,05	4,86722826	3,7241	0,6435	SI	4,27130303	SI	8,75922052	SI	2,680216542	SI	2071,170	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	0,96	9,778	1,05	4,86722826	3,8016	0,6435	SI	4,36028851	SI	8,75922052	SI	2,57193624	SI	2028,901	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	1,05	10,694	1,03	4,77451915	3,4738	0,6435	SI	3,9865495	SI	8,92302472	NO	3,076779193	SI	2176,842	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1,03	10,491	1,03	4,77451915	3,5433	0,6435	SI	4,06395823	SI	8,92302472	NO	2,96064849	SI	2135,378	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1	10,185	1,03	4,77451915	3,6496	0,6435	SI	4,16587697	SI	8,92302472	NO	2,790729427	SI	2073,182	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	0,98	9,981	1,03	4,77451915	3,7241	0,6435	SI	4,27130303	SI	8,92302472	SI	2,680216542	SI	2031,719	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	0,96	9,778	1,03	4,77451915	3,8016	0,6435	SI	4,36028851	SI	8,92302472	SI	2,57193624	SI	1990,255	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	1,05	10,694	1	4,63545549	3,4738	0,6435	SI	3,9865495	SI	9,197181546	NO	3,076779193	SI	2113,438	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1,03	10,491	1	4,63545549	3,5433	0,6435	SI	4,06395823	SI	9,197181546	NO	2,96064849	SI	2073,182	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1,03	10,491	1	4,63545549	3,6496	0,6435	SI	4,16587697	SI	9,197181546	NO	2,790729427	SI	2012,799	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	0,98	9,981	1	4,63545549	3,7241	0,6435	SI	4,27130303	SI	9,197181546	SI	2,680216542	SI	1972,543	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	0,96	9,778	1	4,63545549	3,8016	0,6435	SI	4,36028851	SI	9,197181546	SI	2,57193624	SI	1932,287	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	1,05	10,694	0,980	4,54274638	3,4738	0,6435	SI	3,9865495	SI	9,384879129	NO	3,076779193	SI	2071,170	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1,03	10,491	0,98	4,54274638	3,5433	0,6435	SI	4,06395823	SI	9,384879129	NO	2,96064849	SI	2031,719	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1	10,185	0,98	4,54274638	3,6496	0,6435	SI	4,16587697	SI	9,384879129	NO	2,790729427	SI	1972,543	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	0,98	9,981	0,98	4,54274638	3,7241	0,6435	SI	4,27130303	SI	9,384879129	SI	2,680216542	SI	1933,092	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	0,96	9,778	0,98	4,54274638	3,8016	0,6435	SI	4,36028851	SI	9,384879129	SI	2,57193624	SI	1893,641	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	1,05	10,694	0,96	4,45003727	3,4738	0,6435	SI	3,9865495	SI	9,580397444	NO	3,076779193	SI	2028,901	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1,03	10,491	0,96	4,45003727	3,5433	0,6435	SI	4,06395823	SI	9,580397444	NO	2,96064849	SI	1990,255	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	1	10,185	0,96	4,45003727	3,6496	0,6435	SI	4,16587697	SI	9,580397444	NO	2,790729427	SI	1932,287	SI	SI	0,3270
1,05	42,633	0,98	9,981	0,96	4,45003727	3,7241	0,6435	SI	4,27130303	SI	9,580397444	SI	2,680216542	SI	1893,641	SI	NO	0,3270
1,05	42,633	0,96	9,778	0,96	4,45003727	3,8016	0,6435	SI	4,36028851	SI	9,580397444	SI	2,57193624	SI	1854,995	SI	NO	0,3270

Tabla 3.1 Alternativas I

Realizadas todas las condiciones a las 125 alternativas y desechadas las que no cumplen, nos quedamos con 4 alternativas posibles.

Una vez conocidas las alternativas finales, trataremos de buscar el buque cuya construcción se más viable económicamente entre las 4 alternativas obtenidas variando una serie de parámetros y aplicando el concepto de cifra de mérito.

Calcularemos el coeficiente de bloque, n° de Froude, volumen de la carena, desplazamiento y potencia, necesarios para obtener los pesos de las partidas en las que se dividió el rosca y así se determinaran los costes de construcción de cada alternativa.

Estimación inicial de la potencia para las alternativas, obtenida del Artículo Técnico<sup>1</sup> “Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa” de la revista Ingeniería Naval, Abril 2000.

Método a seguir es, calculando la resistencia al avance de la carena en marcha libre para desarrollar una velocidad dada en servicio o en pruebas.

$$P_E = 1,359 * \left( 0,966 * 2,96 * 10^{-4} * \frac{L^{0,802}}{B} * \frac{B^{0,745}}{T} * V^{1,113} * e^{15,6 * Fn} \right)$$

$$BHP = \frac{P_E * 1,15}{\eta_m * \eta_D * 0,85}$$

$\eta_m$ : rendimiento mecánico (0,98)

$\eta_D$ : rendimiento propulsivo en condición de navegación libre

#### 4. ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA

Realizaremos una primera estimación del peso en rosca con las fórmulas que aparecen en el Artículo Técnico<sup>1</sup>, “Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa”. Luego en el Cuaderno 2 se realizará un desglose exhaustivo del peso en rosca.

##### 4.1 Peso del acero

La primera aproximación se hará con la expresión de Watson.

$$Pa = Wst = k * E^{1.36} * (0.65 + 0.5 * Cbp)$$

$$E = L * (B + T) + 0.85 * L * (Dcs - T) + 0.85 * (ls * hs) + 0.75(lc * hc)$$

Siendo:

Ls, hs: longitud y altura para la superestructura cuyos costados son continuación del costado del buque, corresponde al costado sobre la cubierta superior.

Lc, hc: longitud y altura para la caseta cuyos costados son continuación del costado del buque, corresponde al costado sobre la cubierta superior.

##### 4.2 Peso de la maquinaria

En los cálculos preliminares es necesario conocer el peso de las instalaciones en Cámara de Máquinas, incluyendo el motor propulsor con sus auxiliares, reductora, hélice.

Englobando estas partidas de maquinaria, se puede estimar el peso de las mismas mediante la siguiente expresión:

$$P_{maquinaria} = C_m * \left( \frac{MCR}{rpm} \right)^{0.75}$$

$$MCR = BHP + Pot Aux = kW$$



### 4.3 Peso del equipo restante

En este peso figuran conceptos como habilitación, equipos de seguridad, amarre y fondeo, de pesca, contraincendios, salvamento.

Para buques arrastreros congeladores con rampa utilizamos la siguiente fórmula:

$$Per = 0.08 * L^{1.3} * B^{0.8} * D^{0.3}$$

$$Peso\ en\ rosca = P_{acero} + P_{maquinaria} + P_{equipos\ restantes}$$

## 5. CIFRA DE MÉRITO

La cifra de mérito se suele asociar a un criterio económico, es decir el coste de construcción. Se trata de realizar el mejor proyecto posible en cuanto a criterios técnicos de manera que se minimice el coste de éste. En esta fase del proyecto solo estamos en disposición de actuar sobre criterios dimensionales, para lo cual planteamos unos márgenes que estén acordes con la viabilidad y operatividad del proyecto.

Lo que buscamos es evaluar de las 4 alternativas que cumplen con los criterios técnicos y presenta el menor coste económico.

Las fórmulas utilizadas para calcular los distintos costes están sacadas del libro<sup>4</sup> “El Proyecto Básico del buque Mercante”

La cifra de mérito se desglosa en los siguientes conceptos:

- Coste de Construcción (CC)
- Otros costes del astillero (CVa)

$$COSTE = CC + CVa$$

$$CC = (CMg + Cmm + CEp + CHf + CEr)$$

$$CC = (CMg + CmMg) + (CEq + CmE)$$

### 5.1 Coste de materiales a granel más coste de mano de obra de montaje del material a granel

ccs: 1.1

cas: 1.13

cem: 1.09

ps: precio del acero 517 euros/Ton (1996)

chm: coste horario medio de materiales a granel; 35 euros/hora

csH: coeficiente de horas/unidad de peso 80 euros/Ton

PS: peso del acero

$$CMg + CmMg = (ccs * cas * cem * ps + chm * csH) * PS$$

### 5.2 Coste de equipos del buque

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

#### 5.2.1 Coste de equipos de carga (CEc)

No se considerará.

#### 5.2.2 Coste de equipos de propulsión (CEp)

cep: 350 euros/Ton

BP: potencia

$$CEp = cep * Bp$$

#### 5.2.3 Coste de equipos de habitación (CHf)

chf: 34000 euros/tripulante

nhc: 1

NT: número de tripulantes

$$CHf = chf * nhc * NT$$

### 5.2.4 Coste de equipos restantes (CEr)

ccs: 1.3

ps: precio del acero 450euros/T

PER: peso del equipo restante

$$CEr = ccs * ps * PER$$

### 5.3 Costes Varios

cva: 7% de los costes de construcción

$$CVa = cva * CC$$

Una vez obtenido el coste total de construcción del buque, añadimos el incremento del porcentaje correspondiente al precio del acero, que en este caso es de un 55,7% según el Índice de Precios de Consumo (IPC) que mide la evolución de precios de los servicios que consume la población.

$$COSTE\ TOTAL = CC + CVa + (CC + CVa) * 0,557$$

## 6. DETERMINACIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

De las múltiples alternativas analizadas anteriormente, a continuación se muestran las 4 alternativas finales que cumplen las condiciones establecidas. A cada una de estas alternativas se le calculará el coste de construcción y se elegirá aquella que cumpliendo todos los requisitos técnicos presente el menor coste de construcción.

	Lpp	B	Dcp	Dcs	T	Cb	Nº Cúbico	Nº Froude	Vol Carena	Desplazamiento
2.3	41,821	10,185	4,86722826	7,17	3,7204	0,6394	2073,1825	0,3302	1013,209	1038,539
2.8	41,821	10,185	4,77451915	7,07	3,7204	0,6394	2033,6933	0,3302	1013,209	1038,539
2.13	41,821	10,185	4,63545549	6,94	3,7204	0,6394	1974,4595	0,3302	1013,209	1038,539
2.18	41,821	10,185	4,54274638	6,84	3,7204	0,6394	1934,9703	0,3302	1013,209	1038,539

Tabla 6.1 Alternativas III

L/B	B/T	Potencia	BHP (kW)	E	P ACERO	MCR	P. MAQUINARIA	P. RESTANTE
4,10615	2,73757	544,6928	1253,2947	747,568	299,099	2996,5214	73,9439	105,550
4,10615	2,73757	544,6928	1253,2947	744,273	297,305	2996,5214	73,9439	104,942
4,10615	2,73757	544,6928	1253,2947	739,329	294,619	2996,5214	73,9439	104,016
4,10615	2,73757	544,6928	1253,2947	736,034	292,832	2996,5214	73,9439	103,387

Tablas 6.2 Alternativas IV

P. ROSCA	C Mater Granel	C Equipos	CC	C Varios	COSTE TOTAL
478,5927	1163695,9	1146399,697	2310095,598	161706,6918	3848596,165
476,1914	1156715,654	1146044,482	2302760,136	161193,2095	3836375,359
472,5791	1146266,141	1145502,492	2291768,633	160423,8043	3818063,625
470,1636	1139313,75	1145134,811	2284448,56	159911,3992	3805868,457

Tabla 6.3 Alternativas V

Las alternativas son muy similares, simplemente varían los puntales de la cubierta principal y la cubierta superior. Por lo tanto, la alternativa elegida 2.18 será:

$$L_{pp} = 41,821 \text{ m}$$

$$B = 10,185 \text{ m}$$

$$D_{cp} = 4,543 \text{ m}$$

$$D_{cs} = 6,84 \text{ m}$$

$$T = 3,72 \text{ m}$$

$$C_b = 0,639$$

Las dimensiones finales anteriores le hemos realizado un redondeo de los valores, quedándonos como dimensiones finales las siguientes:

DIMENSIONES FINALES	
Lpp	42
B	10,3
Dcp	4,6
Dcs	6,9
T	4
Cb	0,639
Nº Cúbico	1989,96
Nº Froude	0,33
Vol. Carena	1105,7256
Desplazamiento	1133,36874

Tabla 6.4 Dimensiones Finales

## 7. COEFICIENTES DE LA CARENA

Hay muchas formulaciones propuestas para calcular los diferentes coeficientes. Para el proyecto opté por el cálculo mediante diferentes fórmulas, que aparecen en el libro<sup>5</sup> “*Proyectos de buques y artefactos, Selección de configuración: Dimensiones coeficientes*”, Fernando Junco Ocampo para que finalmente elegir la media.

### 7.1 Coeficiente de Bloque

- P.S. Katsoulis:

$$Cb = k * f * Lpp^a * B^b * T^c * V^d = \mathbf{0.50719451}$$

Para arrastreros  $f = 1$ ;  $k = 0.821$ ;  $a = 0.42$ ;  $b = -0.3072$ ;  $c = 0.17221$ ;  $d = -0.6135$

- Munro-Smith:

$$Cb = 1 - 0.23 * \left( \frac{V}{Lpp^{0.5}} \right) = \mathbf{0.76267}$$

- Alexander:

$$Cb = k1 - k2 * Fn = \mathbf{0.50653}$$

$k1 = 1.06$ ;  $k2 = 1.68$

$$Fn = \frac{v}{(g * Lpp)^{0.5}} = 0.32945$$

- Luna:

$$Cb1 = a - Fn + 0,88 * (V^{1/3}/Lpp) = \mathbf{0.662257}$$

$$a = 0.945$$

$$Cb2 = 0,88 - 0,7 * Fn + 0,01 * \left(Lpp - \frac{100}{Lpp}\right)^3 = \mathbf{0.62305}$$

- Van Lammeren:

$$Cb = 1,137 - 0,6 * \left(\frac{V}{Lpp^{0,5}}\right) = \mathbf{0.517885}$$

CB	
Katsoulis	0,50719451
Munro-Smith	0,76267281
Alexander	0,50652954
Luna 1	0,66225755
Luna2	0,62305214
Van Lammeren	0,51788558
<b>MEDIA</b>	<b>0,59659869</b>

## 7.2 Coeficiente de la maestra

- Van Lammeren:

$$CM = 0,9 + 0,1 * CB = \mathbf{0.959659}$$

- Kerlen:

$$CM = 1,006 - 0,0056 * CB^{-3,36} = \mathbf{0.970782}$$

- HSVA:

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - CB)^{3,5}} = \mathbf{0.959974}$$

CM	
Van Lammeren	0,95965987
Kerlen	0,97078246
Hsva	0,95997419
<b>MEDIA</b>	<b>0,96347217</b>

### 7.3 Coeficiente Prismático

$$CP = \frac{Cb}{CM}$$

$$CP = 0.619217$$

### 7.4 Coeficiente de Flotación

- Schneekluth/Murray:

$$Cf = \frac{1 + 2 * \frac{CB}{CM^{0,5}}}{3} = 0.738535$$

- Schneekluth:

$$Cf = \frac{CP^2}{3} = 0.7264885$$

CF	
SCHNEEKLUTH	0,73853521
SCHNEEKLUTH:	0,7264885
MEDIA	0,73251186

Coeficientes finales:

COEFICIENTES	
CB	0,59660
CM	0,96347
CF	0,73251
CP	0,61922



## 8. COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA

Estimaremos la potencia propulsora mediante el Software<sup>6</sup> Maxsurf Resistance, un módulo del software de arquitectura naval Maxsurf 20, con la intención de comprobar la validez de la potencia hallada anteriormente.

La potencia se estima mediante el método Holtrop por ser este el método que más se adecua a las características de nuestro buque.

Los datos necesarios para el cálculo de los datos a introducir en el software, se obtuvieron del libro<sup>4</sup> “Proyecto básico del buque mercante”.

Se presenta a continuación los datos introducidos así como la salida de potencia:

Data				
	Item	Value	Units	Holtrop
1	LWL	45.776	m	45.776
2	Beam	10.3	m	10.3
3	Draft	4	m	4
4	Displaced volume	1105.726	m <sup>3</sup>	1105.726
5	Wetted area	612.843	m <sup>2</sup>	612.843
6	Prismatic coeff. (Cp)	0.619		0.619
7	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.964		0.964
8	1/2 angle of entrance	24.2	deg.	24.2
9	LCG from midships(+ve for'd)	0.699	m	0.699
10	Transom area	0	m <sup>2</sup>	0
11	Transom wl beam	0	m	--
12	Transom draft	0	m	--
13	Max sectional area	39.023	m <sup>2</sup>	--
14	Bulb transverse area	4.521	m <sup>2</sup>	4.521
15	Bulb height from keel	1.6	m	1.6
16	Draft at FP	4	m	4
17	Deadrise at 50% LWL	0	deg.	--
18	Hard chine or Round bilge	Hard chine		--

Figura 8.1 Datos para el cálculo

Results					
	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)
1	10.000	0.243	0.511	30.2	155.116
2	10.150	0.246	0.519	31.5	164.530
3	10.300	0.250	0.526	33.0	174.615
4	10.450	0.254	0.534	34.5	185.478
5	10.600	0.257	0.542	36.2	197.235
6	10.750	0.261	0.549	38.0	210.004
7	10.900	0.265	0.557	39.9	223.890
8	11.050	0.268	0.565	42.0	238.979
9	11.200	0.272	0.572	44.3	255.320
10	11.350	0.276	0.580	46.7	272.919
11	11.500	0.279	0.587	49.3	291.730
12	11.650	0.283	0.595	52.0	311.658
13	11.800	0.287	0.603	54.8	332.559
14	11.950	0.290	0.610	57.6	354.262
15	12.100	0.294	0.618	60.5	376.583
16	12.250	0.297	0.626	63.4	399.347
17	12.400	0.301	0.633	66.2	422.409
18	12.550	0.305	0.641	69.0	445.673
19	12.700	0.308	0.649	71.8	469.099
20	12.850	0.312	0.656	74.5	492.710
21	13.000	0.316	0.664	77.2	516.594
22	13.150	0.319	0.672	80.0	540.892
23	13.300	0.323	0.679	82.7	565.797
24	13.450	0.327	0.687	85.5	591.540
25	13.600	0.330	0.695	88.4	618.387
26	13.750	0.334	0.702	91.4	646.628
27	13.900	0.338	0.710	94.6	676.574
28	14.050	0.341	0.718	98.0	708.555

Figura 8.2 Resultados potencia

La potencia que nos da el programa es la de remolque o efectiva (EHP), es decir, la potencia necesaria para vencer la resistencia total de la carena a una velocidad determinada, 13 nudos, es la que realmente se emplea en mover el buque.

Para pasar la potencia EHP a BHP potencia del motor propulsor, potencia al freno, utilizamos la siguiente fórmula:

$$BHP' = \frac{EHP}{\eta_d * \eta_m} = \frac{516,594}{0,45 * 0,98} = 1171,4 \text{ kW}$$

En nuestro proyecto se exige aplicar un 85% de régimen de servicio y un 15% de régimen de mar. Aplicando estos regímenes obtenemos una potencia a instalar de:

$$BHP = \frac{1171,415 * 1,15}{0,85} = 1584,8 \text{ kW}$$

VELOCIDAD	EHP	BHP
13	516,59	1584,86

Tabla 8.1 Resultados Hullspeed

En la obtención inicial de la potencia mediante las fórmulas del Artículo Técnico<sup>1</sup> obtuvimos una potencia de BHP = 1253,29 kW. Finalmente la potencia a instalar estimada por los dos métodos son similares, están dentro de unos márgenes aceptables, sinónimo de que la estimación es correcta.

Potencia media 1419,07 kW que tomaremos como potencia propulsora para futuros cálculos.

## 9. COMPROBACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO

El desplazamiento, es la suma del peso muerto y el peso en rosca.

$$\Delta = P_{muerto} + P_{rosca}$$

### 9.1 Estimación Peso muerto

Para los cálculos de la estimación del peso muerto, utilizo las formulaciones dadas en el Artículo Técnico<sup>1</sup> de la revista Ingeniería Naval, Abril 2000 “Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa”.

El peso muerto está constituido por el peso de la carga, el peso del combustible y otros consumos a su 35% de capacidad y el peso de las diferentes partidas como efectos de pesca, tripulación y sus efectos, provisiones y varios.

$$PM = P_{carga} + 35\% * (P_{comb} + P_{agua} + P_{aceite}) + P_{otras\ partidas}$$

#### 9.1.1 Peso de la carga

La situación de carga más desfavorable se da a la salida del caladero. Se considera un factor de estiba de 0.7 T/m<sup>3</sup> con una condición de carga del 100%.

$$Peso\ Carga = Coef. Estiba * Vol\ Bodegas$$

$$Peso\ Carga = 420\ T$$

#### 9.1.2 Peso de los consumos

Dentro de los consumos entra las estimaciones al 35% de capacidad de los tanques de combustible, tanques de aceite, tanques de agua dulce. Se utilizaran algunos datos del buque base, Rio Caxil, necesarios para los cálculos.

Estimación de la capacidad de los tanques combustible:

$$CT = \frac{CE * (P_{max} * n^o_{horas} + P_{faenando} * n^o_{horas}) * k}{p}$$

$$CT = \frac{0.165 * (1277,2 * 312 + 567,628 * 888) * 1.15}{850} = 248,3 \text{ T}$$

k: coef. margen entre el vol. Bruto del tanque y la capacidad aprovechable; 1.15

CE: consumo específico del motor

p: densidad de combustible 850 kg/m<sup>3</sup>

Autonomía: 50 días, 13 navegando y 37 faenando

Potencia navegando: supongo 90% de la potencia propulsora

Potencia faenando: supongo 40% de la potencia total instalada

Estimación de la capacidad de los tanques de agua dulce:

Se estima 125 litros por persona y por día. Son 19 tripulantes y 40 días de travesía.

$$Peso \text{ agua dulce} = 150 * 19 * 50 = \mathbf{118,75 \text{ T}}$$

Estimación de la capacidad de los tanques de aceite:

CA: 1%\*CT

CA: 4.5 m<sup>3</sup>

$$Peso \text{ Aceite} = 0.9 * 4.5 = \mathbf{4.05 \text{ T}}$$

### 9.1.3 Peso otras partidas

Al peso de otras partidas hay que sumarle un 5% de margen.

Efectos de pesca:

Los efectos de pesca están formados por el siguiente desglose:

EQUIPO DE PESCA	
Cable de arrastre (4000m)	6200 Kg
Malletas (800 m)	3000 Kg
Puertas de arrastre (4)	1500 Kg
Red en tambor (2 aparejos)	1400 Kg
Paños de red en paños	500 Kg
Cables de arrastre	1000 Kg
Malletas de respeto paños	500 Kg
Grilletes y diversos elementos	1000 Kg
Total (sin margen)	<b>15100 Kg</b>

Tabla 9.1 Efectos de pesca

Efectos de tripulación:

Se tomará 125 Kg por cada tripulante y sus efectos.

$$\text{Peso Tripulación} = 125 * 19 = 1900 \text{ Kg} = \mathbf{2,375 \text{ T}}$$

Víveres y otros consumos:

Son 5 Kg por persona y por día.

$$\text{Peso víveres} = 5 * 19 * 50 = \mathbf{4,75 \text{ T}}$$

$$\text{Peso de otras partidas} = 15.1 + 2,375 + 4,75 = 21,75 \text{ T}$$

$$\text{Peso OP margen} = 21,75 + (21,75 * 0.05) = 22,84 \text{ T}$$

## Cálculo del Peso Muerto:

$$PM = Pcarga + 35\%(Pcomb + Pagua + Paceite) + Potras partidas$$

$$\mathbf{PM = 572.7 \text{ T}}$$

## 9.2 Peso en Rosca

El peso en rosca ya se calculo en las alternativas.

Peso del acero = 292,832 T

Peso de la maquinaria = 73,944 T

Peso de los equipos = 103,387 T

$$PR = 470,16 T$$

$$\Delta = 572.7 + 470,16 = 1042.9 T$$

Se encuentra una diferencia con el desplazamiento calculado en las alternativas 1133,37 T. Puesto que estamos en una fase premia, no hay problema ya que más adelante en otros cuadernos se hará un mayor desglose del peso en rosca y el peso muerto.

## 10. ESTIMACIÓN DEL FRANCOBORDO

El francobordo se define como la distancia vertical, medida en la sección media del buque, entre el borde superior de la línea de cubierta y el borde superior de la línea de francobordo.

Como en fases iniciales de proyecto no se conocen los detalles de las configuraciones de roda y codaste, se puede considerar que L es igual Lpp. El buque proyecto es de tipo B.

El Convenio 1966 indica la forma de calcular el francobordo por medio de una serie de tablas y fórmulas, con las que se calcula un francobordo tabular o básico y varias correcciones, que se aplican cuando el buque difiere de un estándar definido en el Convenio 1966.

La estimación se realizará basándonos en el método del libro<sup>2</sup> “Proyecto básico del buque mercante”.

#### Francobordo Tabular:

Es el francobordo básico, función solo del tipo de buque, en este caso tipo B y de su eslora. Su valor se obtiene de unas tablas.

$$L_{pp} = 42 \text{ m} \Rightarrow \text{FBT} = 354 \text{ mm}$$

#### Corrección por eslora menor de 100 m:

Se aplica sólo a los buques Tipo B de menos de 100 m de eslora, y cuya longitud de superestructura E sea menor del 35% de la eslora. En este caso, la longitud de la superestructura se obtiene del buque base siendo 12,6 m.

El 35% de la eslora es 14,7 m por lo tanto  $E < 35\%$  se realizará corrección.

$$C1 = 7,5 * (100 - L) * \left(0,35 - \frac{E}{L}\right) = 21,75 \text{ mm}$$

#### Corrección por coeficiente de bloque:

Si el coeficiente de bloque es mayor de 0,68, el francobordo tabular más la corrección C1, si existe, se multiplica por:

$$C2 = \frac{CB85D + 0,68}{1,36}$$

Como el CB = 0,63 no se aplicará corrección por CB.

#### Corrección por puntal:

Si el puntal del buque excede de  $L/15$ , el francobordo se aumenta en:

$$C3 = \left(D - \frac{L}{15}\right) * R$$



Siendo  $R = L / 0,48$  si  $L < 120$  m

$$C3 = \left(4,6 - \frac{42}{15}\right) * 87,5 = 157,5 \text{ mm}$$

Corrección por superestructura:

Si la longitud total de las superestructuras es igual a la eslora del buque, se aplica al francobordo una corrección sustractiva  $De$ .

**TABLA 3.2.3**

Eslora del buque (m)	Corrección $De$ (mm)
24	350
85	860
122 y más	1070

Por interpolación obtenemos el valor de  $De$ :

$$L = 42 \text{ m} \Rightarrow De = 500,49 \text{ mm}$$

Si la longitud de las superestructuras  $E$  es menor que la eslora del buque, a la deducción anterior se le aplica un porcentaje  $Por$ :

**TABLA 3.2.4**

**Porcentaje  $Por$**

E/L	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Tipo A	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100
Tipo B	0	5	10	15	23,5	32	46	63	75,3	87,7	100

$$E / L = 0,3 \Rightarrow Por = 15$$

$$C4 = De * \frac{Por}{100} = 75,0735 \text{ mm}$$

Corrección por arrufo:

El Convenio 1966 define una línea estándar del arrufo de la cubierta de francobordo. Si la línea de arrufo real encierra un área con la horizontal a nivel del puntal del buque, menor que la encerrada por la línea del arrufo estándar, se aplica una corrección:

A: porcentaje del área de la curva real de arrufo respecto al área de la curva estándar, en este caso será 0 por tratarse de un buque actual.

$$C5 = \left(1 - \frac{A}{100}\right) * (4,168 * L + 125) * \left(0,75 - \frac{E}{2 * L}\right) = 180,0336 \text{ mm}$$

Francobordo total:

El francobordo total de verano es la resultante del francobordo tabular y las correcciones indicadas.

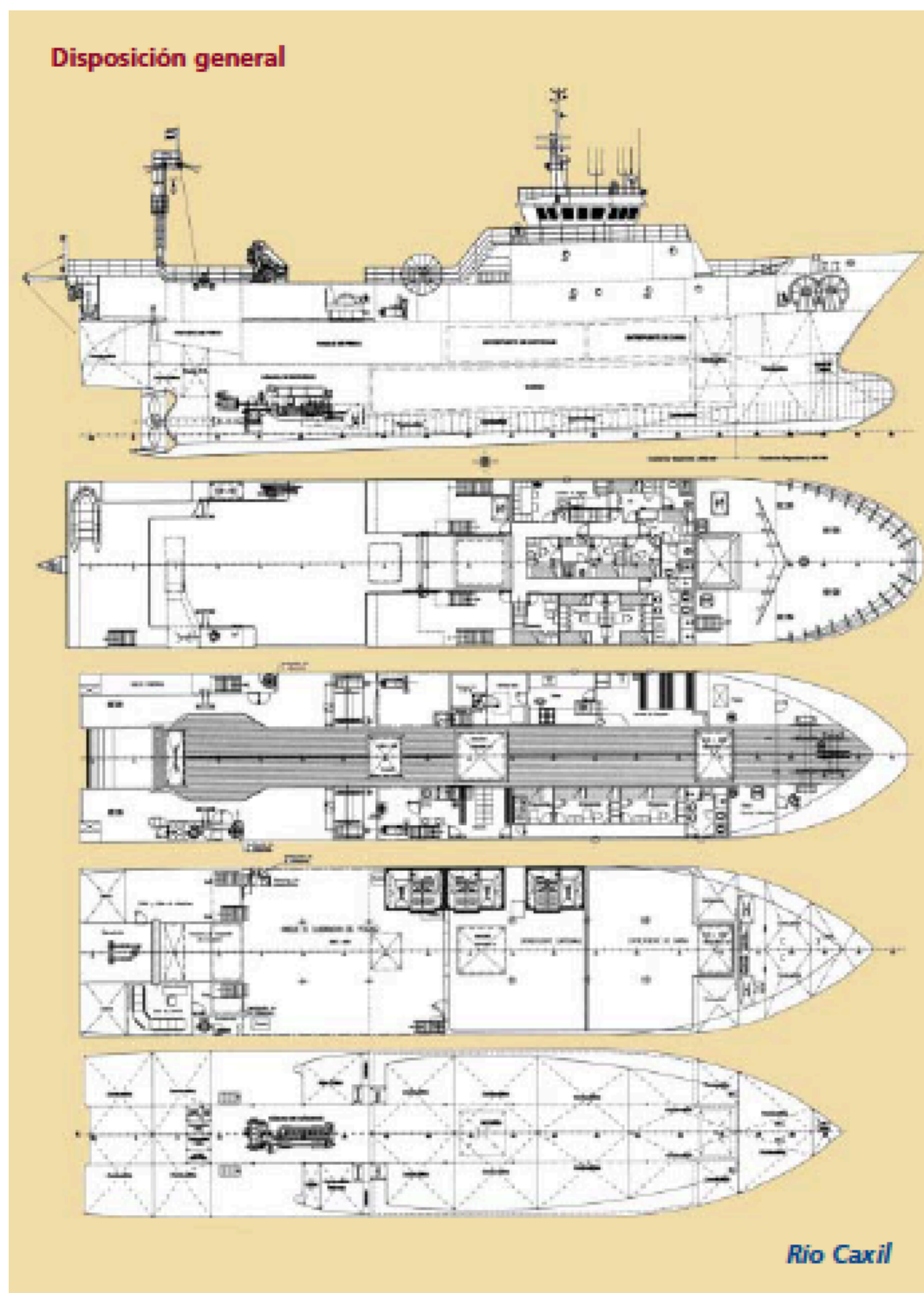
<b>FBT</b>	354
<b>C1</b>	21,75
<b>C2</b>	-
<b>C3</b>	157,5
<b>C4</b>	75,0735
<b>C5</b>	180,0336

Tabla 10.1 Correcciones

$$FB = (FBT + C1) * C2 + C3 - C4 + C5 = 638,21 \text{ mm}$$

$$\mathbf{FB = 638,21 \text{ mm}}$$

**11. CROQUIS**



## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Artículo Técnico de la revista Ingeniería Naval, Abril 2000 “Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa”.
2. Revistas navales, Infomarine, Rotación.
3. Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas.
4. Libro: *“El Proyecto Básico del Buque Mercante”*, Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz Azpíroz, Manuel Meizoso Fernández. Madrid 1997: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales.
5. Libro: *“Proyectos de buques y artefactos, Selección de configuración: Dimensiones coeficientes”*, Fernando Junco Ocampo. Ingeniería Naval y Oceánica, Universidade de Coruña, Escola Politécnica Superior.

## 13. ANEXOS

# ANEXO I

## ALTERNATIVAS

Arrastreiro congelador por popa de 600 m³

Marta Freitas Sanjuán

Factor Lpp	Lpp	Factor B	B	Factor Dcp	Dcp	T	Cb	Condicion L/B	L/B	Condicion L/Dcp	L/Dcp	Condicion B/T	B/T	Condición Nº Cub	Lpp*B*Dcp	Condiciones Lpp	Condicion B	Nº FROUDE
1.05	42.633	1.05	10.694	1.05	4.86722826	3.4758	0.6435	SI	3.9865495	SI	8.7592205	NO	3.07679	SI	2219.110	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1.03	10.491	1.05	4.86722826	3.4433	0.6435	SI	4.0639582	SI	8.7592205	NO	2.960685	SI	2176.842	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1	10.185	1.05	4.86722826	3.6496	0.6435	SI	4.158977	SI	8.7592205	NO	2.790729	SI	2113.438	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	0.98	9.981	1.05	4.86722826	3.7241	0.6435	SI	4.271303	SI	8.7592205	SI	2.680217	SI	2071.170	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	0.96	9.778	1.05	4.86722826	3.8016	0.6435	SI	4.3602885	SI	8.7592205	SI	2.571936	SI	2028.901	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	1.05	10.694	1.03	4.77451915	3.4758	0.6435	SI	3.9865495	SI	8.9293025	NO	3.07679	SI	2176.842	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1.03	10.491	1.03	4.77451915	3.5433	0.6435	SI	4.0639582	SI	8.9293025	NO	2.960685	SI	2135.378	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1	10.185	1.03	4.77451915	3.6496	0.6435	SI	4.158977	SI	8.9293025	NO	2.790729	SI	2073.182	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	0.98	9.981	1.03	4.77451915	3.7241	0.6435	SI	4.271303	SI	8.9293025	NO	2.680217	SI	2031.719	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	0.96	9.778	1.03	4.77451915	3.8016	0.6435	SI	4.3602885	SI	8.9293025	SI	2.571936	SI	1990.255	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	1.03	10.694	1	4.63545549	3.4758	0.6435	SI	4.0639582	SI	9.1971815	NO	2.960685	SI	2073.182	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1.05	10.694	1	4.63545549	3.5433	0.6435	SI	4.158977	SI	9.1971815	NO	2.790729	SI	2012.799	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	0.98	9.981	1	4.63545549	3.7241	0.6435	SI	4.271303	SI	9.1971815	SI	2.680217	SI	1972.543	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	0.96	9.778	1	4.63545549	3.8016	0.6435	SI	4.3602885	SI	9.1971815	SI	2.571936	SI	1932.287	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	1.05	10.694	0.980	4.54274638	3.4758	0.6435	SI	3.9865495	SI	9.3848791	NO	3.07679	SI	2071.170	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1.03	10.491	0.98	4.54274638	3.5433	0.6435	SI	4.0639582	SI	9.3848791	NO	2.960685	SI	2031.719	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1	10.185	0.98	4.54274638	3.6496	0.6435	SI	4.158977	SI	9.3848791	NO	2.790729	SI	1972.543	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	0.98	9.981	0.98	4.54274638	3.7241	0.6435	SI	4.271303	SI	9.3848791	SI	2.680217	SI	1933.092	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	0.96	9.778	0.98	4.54274638	3.8016	0.6435	SI	4.3602885	SI	9.3848791	SI	2.571936	SI	1893.641	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	1.05	10.694	0.96	4.45003727	3.4758	0.6435	SI	3.9865495	SI	9.5803974	NO	3.07679	SI	2028.901	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1.03	10.491	0.96	4.45003727	3.5433	0.6435	SI	4.0639582	SI	9.5803974	NO	2.960685	SI	1990.255	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	1	10.185	0.96	4.45003727	3.6496	0.6435	SI	4.158977	SI	9.5803974	NO	2.790729	SI	1932.287	SI	SI	0.3270
1.05	42.633	0.98	9.981	0.96	4.45003727	3.7241	0.6435	SI	4.271303	SI	9.5803974	SI	2.680217	SI	1893.641	SI	NO	0.3270
1.05	42.633	0.96	9.778	0.96	4.45003727	3.8016	0.6435	SI	4.3602885	SI	9.5803974	SI	2.571936	SI	1854.995	SI	NO	0.3270
1.03	41.821	1.05	10.694	1.05	4.86722826	3.5433	0.6394	SI	3.9106152	SI	8.5923782	NO	2.904291	SI	2135.378	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1.03	10.491	1.05	4.86722826	3.6121	0.6394	SI	3.9865495	SI	8.5923782	NO	2.790729	SI	2073.182	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1	10.185	1.05	4.86722826	3.7204	0.6394	SI	4.106146	SI	8.5923782	SI	2.737573	SI	2031.719	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	0.98	9.981	1.05	4.86722826	3.7964	0.6394	SI	4.1899449	SI	8.5923782	SI	2.629165	SI	1990.255	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	0.96	9.778	1.03	4.86722826	3.8755	0.6394	SI	4.2772354	SI	8.5923782	SI	2.522947	SI	2135.378	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1.05	10.694	1.03	4.77451915	3.5433	0.6394	SI	3.9106152	SI	8.7592205	NO	3.018174	SI	2094.704	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1.03	10.491	1.03	4.77451915	3.6121	0.6394	SI	3.9865495	SI	8.7592205	NO	2.904291	SI	2033.693	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1	10.185	1.03	4.77451915	3.7204	0.6394	SI	4.106146	SI	8.7592205	SI	2.737573	SI	1974.459	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	0.98	9.981	1.03	4.77451915	3.7964	0.6394	SI	4.1899449	SI	8.7592205	SI	2.629165	SI	1993.019	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	0.96	9.778	1.03	4.77451915	3.8755	0.6394	SI	4.2772354	SI	8.7592205	SI	2.522947	SI	2073.182	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1.05	10.694	1	4.63545549	3.5433	0.6394	SI	3.9106152	SI	9.0219971	NO	3.018174	SI	2033.693	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1.03	10.491	1	4.63545549	3.6121	0.6394	SI	3.9865495	SI	9.0219971	NO	2.904291	SI	2073.182	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1	10.185	1	4.63545549	3.7204	0.6394	SI	4.106146	SI	9.0219971	SI	2.737573	SI	1994.970	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	0.98	9.981	1	4.63545549	3.7964	0.6394	SI	4.1899449	SI	9.0219971	SI	2.629165	SI	1974.459	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	0.96	9.778	1	4.63545549	3.8755	0.6394	SI	4.2772354	SI	9.0219971	SI	2.522947	SI	2031.719	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	1.05	10.694	0.980	4.54274638	3.5433	0.6394	SI	3.9106152	SI	9.2061195	NO	3.018174	SI	1993.019	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1.03	10.491	0.98	4.54274638	3.6121	0.6394	SI	3.9865495	SI	9.2061195	NO	2.904291	SI	1993.019	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1	10.185	0.98	4.54274638	3.7204	0.6394	SI	4.106146	SI	9.2061195	SI	2.737573	SI	1934.970	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	0.98	9.981	0.98	4.54274638	3.7964	0.6394	SI	4.1899449	SI	9.2061195	SI	2.629165	SI	1896.271	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	0.96	9.778	0.98	4.54274638	3.8755	0.6394	SI	4.2772354	SI	9.2061195	SI	2.522947	SI	1857.571	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	1.05	10.694	0.96	4.45003727	3.5433	0.6394	SI	3.9106152	SI	9.3979137	NO	3.018174	SI	1990.255	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1.03	10.491	0.96	4.45003727	3.6121	0.6394	SI	3.9865495	SI	9.3979137	NO	2.904291	SI	1952.346	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	1	10.185	0.96	4.45003727	3.7204	0.6394	SI	4.106146	SI	9.3979137	SI	2.737573	SI	1895.481	SI	SI	0.3302
1.03	41.821	0.98	9.981	0.96	4.45003727	3.7964	0.6394	SI	4.1899449	SI	9.3979137	SI	2.629165	SI	1857.571	SI	NO	0.3302
1.03	41.821	0.96	9.778	0.96	4.45003727	3.8755	0.6394	SI	4.2772354	SI	9.3979137	SI	2.522947	SI	1819.662	SI	NO	0.3302

Arrastreiro congelador por popa de 600 m³

Marta Freitas Sanjuán

3	1	40,603	1,05	10,694	1,05	4,86722826	3,6496	0,6330	SI	3,7967138	SI	8,3421148	NO	2,930266	SI	2113,438	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1,03	10,491	1,05	4,86722826	3,7204	0,6330	SI	3,8704364	SI	8,3421148	NO	2,8197	SI	2073,182	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1	10,185	1,05	4,86722826	3,8321	0,6330	SI	3,9865495	SI	8,3421148	SI	2,657838	SI	2012,799	NO	NO	SI	0,3351
4	1	40,603	0,98	9,981	1,05	4,86722826	3,9103	0,6330	SI	4,0679077	SI	8,3421148	SI	2,552587	SI	1972,543	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	0,96	9,778	1,05	4,86722826	3,9103	0,6330	SI	4,1526557	SI	8,3421148	SI	2,449463	SI	1932,287	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1,05	10,694	1,03	4,77451915	3,6496	0,6330	SI	3,7967138	SI	8,5000976	NO	2,930266	SI	2073,182	NO	NO	SI	0,3351
5	1	40,603	1,03	10,491	1,03	4,77451915	3,7204	0,6330	SI	3,8704364	SI	8,5000976	NO	2,8197	SI	2033,693	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1	10,185	1,03	4,77451915	3,8321	0,6330	SI	3,9865495	SI	8,5000976	SI	2,657838	SI	1974,459	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	0,98	9,981	1,03	4,77451915	3,9107	0,6330	SI	4,1526557	SI	8,5000976	SI	2,449463	SI	1895,481	NO	NO	NO	0,3351
6	1	40,603	1,05	10,694	1	4,63545549	3,6496	0,6330	SI	3,7967138	SI	8,7592205	NO	2,930266	SI	2012,799	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1,03	10,491	1	4,63545549	3,7204	0,6330	SI	3,8704364	SI	8,7592205	NO	2,8197	SI	1974,459	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1	10,185	1	4,63545549	3,8321	0,6330	SI	3,9865495	SI	8,7592205	SI	2,657838	SI	1916,951	NO	NO	SI	0,3351
7	1	40,603	0,98	9,981	1	4,63545549	3,9103	0,6330	SI	4,0679077	SI	8,7592205	SI	2,552587	SI	1878,612	NO	NO	NO	0,3351
	1	40,603	0,96	9,778	1	4,63545549	3,9107	0,6330	SI	4,1526557	SI	8,7592205	SI	2,449463	SI	1840,273	NO	NO	NO	0,3351
	1	40,603	1,05	10,694	0,980	4,54274638	3,6496	0,6330	SI	3,7967138	SI	8,9379801	NO	2,930266	SI	1972,543	NO	NO	SI	0,3351
8	1	40,603	1,03	10,491	0,98	4,54274638	3,7204	0,6330	SI	3,8704364	SI	8,9379801	NO	2,8197	SI	1934,970	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1	10,185	0,98	4,54274638	3,8321	0,6330	SI	3,9865495	SI	8,9379801	SI	2,657838	SI	1878,612	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	0,98	9,981	0,98	4,54274638	3,9103	0,6330	SI	4,0679077	SI	8,9379801	SI	2,552587	SI	1841,040	NO	NO	NO	0,3351
9	1	40,603	0,96	9,778	0,98	4,54274638	3,9917	0,6330	SI	4,1526557	SI	8,9379801	SI	2,449463	SI	1803,467	NO	NO	NO	0,3351
	1	40,603	1,05	10,694	0,96	4,45003727	3,6496	0,6330	SI	3,7967138	SI	9,124188	NO	2,930266	SI	1895,481	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	1,03	10,491	0,96	4,45003727	3,7204	0,6330	SI	3,8704364	SI	9,124188	NO	2,8197	SI	1932,287	NO	NO	SI	0,3351
10	1	40,603	1	10,185	0,96	4,45003727	3,8321	0,6330	SI	3,9865495	SI	9,124188	SI	2,657838	SI	1803,467	NO	NO	SI	0,3351
	1	40,603	0,98	9,981	0,96	4,45003727	3,9103	0,6330	SI	4,0679077	SI	9,124188	SI	2,552587	SI	1803,467	NO	NO	NO	0,3351
	1	40,603	0,96	9,778	0,96	4,45003727	3,9917	0,6330	SI	4,1526557	SI	9,124188	SI	2,449463	SI	1766,662	NO	NO	NO	0,3351
11	1	40,603	1,05	10,694	1,05	4,86722826	3,7241	0,6286	SI	3,7207795	SI	8,1752725	NO	2,871661	SI	2071,170	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	1,03	10,491	1,05	4,86722826	3,7964	0,6286	SI	3,7930277	SI	8,1752725	SI	2,763306	SI	2031,719	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	1	10,185	1,05	4,86722826	3,9103	0,6286	SI	3,9068185	SI	8,1752725	SI	2,604681	SI	1972,543	NO	NO	SI	0,3385
12	1	40,603	0,98	9,981	1,05	4,86722826	3,9901	0,6286	SI	3,9865495	SI	8,1752725	SI	2,501535	SI	1933,092	NO	NO	NO	0,3385
	1	40,603	0,96	9,778	1,05	4,86722826	4,0732	0,6286	SI	4,0696026	SI	8,1752725	SI	2,400474	SI	1893,641	NO	NO	NO	0,3385
	1	40,603	1,05	10,694	1,03	4,77451915	3,7241	0,6286	SI	3,7207795	SI	8,340156	NO	2,871661	SI	2031,719	NO	NO	SI	0,3385
13	1	40,603	1,03	10,491	1,03	4,77451915	3,7964	0,6286	SI	3,7930277	SI	8,340156	NO	2,763306	SI	1993,019	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	1	10,185	1,03	4,77451915	3,9103	0,6286	SI	3,9068185	SI	8,340156	SI	2,604681	SI	1934,970	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	0,98	9,981	1,03	4,77451915	3,9901	0,6286	SI	3,9865495	SI	8,340156	SI	2,501535	SI	1896,271	NO	NO	NO	0,3385
14	1	40,603	0,96	9,778	1,03	4,77451915	4,0732	0,6286	SI	4,0696026	SI	8,340156	SI	2,400474	SI	1857,571	NO	NO	NO	0,3385
	1	40,603	1,05	10,694	1	4,63545549	3,7241	0,6286	SI	3,7207795	SI	8,5840361	NO	2,871661	SI	1972,543	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	1,03	10,491	1	4,63545549	3,7964	0,6286	SI	3,7930277	SI	8,5840361	NO	2,763306	SI	1934,970	NO	NO	SI	0,3385
15	1	40,603	1,03	10,491	1	4,63545549	3,9103	0,6286	SI	3,9068185	SI	8,5840361	SI	2,604681	SI	1878,612	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	0,98	9,981	1	4,63545549	3,9901	0,6286	SI	3,9865495	SI	8,5840361	SI	2,501535	SI	1841,040	NO	NO	NO	0,3385
	1	40,603	0,96	9,778	0,96	4,63545549	4,0732	0,6286	SI	4,0696026	SI	8,5840361	SI	2,400474	SI	1803,467	NO	NO	NO	0,3385
16	1	40,603	1,05	10,694	0,980	4,54274638	3,7241	0,6286	SI	3,7207795	SI	8,7592205	NO	2,871661	SI	1933,092	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	1,03	10,491	0,98	4,54274638	3,7964	0,6286	SI	3,7930277	SI	8,7592205	NO	2,763306	SI	1896,271	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	1	10,185	0,98	4,54274638	3,9103	0,6286	SI	3,9068185	SI	8,7592205	SI	2,604681	SI	1804,219	NO	NO	SI	0,3385
17	1	40,603	0,98	9,981	0,98	4,54274638	3,9901	0,6286	SI	3,9865495	SI	8,7592205	SI	2,501535	SI	1767,398	NO	NO	NO	0,3385
	1	40,603	0,96	9,778	0,98	4,54274638	4,0732	0,6286	SI	4,0696026	SI	8,7592205	SI	2,400474	SI	1893,641	NO	NO	NO	0,3385
	1	40,603	1,05	10,694	0,96	4,45003727	3,7241	0,6286	SI	3,7207795	SI	8,9417043	NO	2,871661	SI	1857,571	NO	NO	SI	0,3385
18	1	40,603	1,03	10,491	0,96	4,45003727	3,7964	0,6286	SI	3,7930277	SI	8,9417043	SI	2,604681	SI	1803,467	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	1	10,185	0,96	4,45003727	3,9103	0,6286	SI	3,9068185	SI	8,9417043	SI	2,501535	SI	1767,398	NO	NO	SI	0,3385
	1	40,603	0,98	9,981	0,96	4,45003727	3,9901	0,6286	SI	3,9865495	SI	8,9417043	SI	2,400474	SI	1731,329	NO	NO	NO	0,3385

5	0.96	38.979	1.05	10.694	1.05	4.86722826	3.8016	0.6240	SI	3.6448453	SI	8.0084302	NO	2.813055	SI	2028.901	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1.03	10.491	1.05	4.86722826	3.8755	0.6240	SI	3.7156189	SI	8.0084302	SI	2.706912	SI	1990.255	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1	10.185	1.05	4.86722826	3.9917	0.6240	SI	3.8270875	SI	8.0084302	SI	2.551524	SI	1932.287	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	0.98	9.981	1.05	4.86722826	4.0732	0.6240	SI	3.9051913	SI	8.0084302	SI	2.450484	NO	1893.641	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	0.96	9.778	1.05	4.86722826	4.1581	0.6240	SI	3.9865495	SI	8.0084302	SI	2.351485	NO	1854.995	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	1.05	10.694	1.03	4.77451915	3.8016	0.6240	SI	3.6448453	SI	8.1639337	NO	2.813055	SI	1990.255	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1.03	10.491	1.03	4.77451915	3.8755	0.6240	SI	3.7156189	SI	8.1639337	SI	2.706912	SI	1952.346	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1	10.185	1.03	4.77451915	3.9917	0.6240	SI	3.8270875	SI	8.1639337	SI	2.551524	NO	1895.481	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	0.98	9.981	1.03	4.77451915	4.0732	0.6240	SI	3.9051913	SI	8.1639337	SI	2.450484	NO	1857.571	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	0.96	9.778	1.03	4.77451915	4.1581	0.6240	SI	3.9865495	SI	8.1639337	SI	2.351485	NO	1819.662	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	1.05	10.694	1	4.63545549	3.8016	0.6240	SI	3.6448453	SI	8.4088517	NO	2.813055	SI	1932.287	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1.03	10.491	1	4.63545549	3.8755	0.6240	SI	3.7156189	SI	8.4088517	SI	2.706912	NO	1895.481	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1	10.185	1	4.63545549	3.9917	0.6240	SI	3.8270875	SI	8.4088517	SI	2.551524	NO	1840.273	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	0.98	9.981	1	4.63545549	4.0732	0.6240	SI	3.9051913	SI	8.4088517	SI	2.450484	NO	1803.467	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	0.96	9.778	1	4.63545549	4.1581	0.6240	SI	3.9865495	SI	8.4088517	SI	2.351485	NO	1766.662	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	1.05	10.694	0.980	4.54274638	3.8016	0.6240	SI	3.6448453	SI	8.5804609	NO	2.813055	NO	1893.641	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1.03	10.491	0.98	4.54274638	3.8755	0.6240	SI	3.7156189	SI	8.5804609	SI	2.706912	NO	1857.571	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1	10.185	0.98	4.54274638	3.9917	0.6240	SI	3.8270875	SI	8.5804609	SI	2.551524	NO	1803.467	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	0.98	9.981	0.98	4.54274638	4.0732	0.6240	SI	3.9051913	SI	8.5804609	SI	2.450484	NO	1767.398	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	0.96	9.778	0.98	4.54274638	4.1581	0.6240	SI	3.9865495	SI	8.5804609	SI	2.351485	NO	1731.329	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	1.05	10.694	0.96	4.45003727	3.8016	0.6240	SI	3.6448453	SI	8.7592205	NO	2.813055	NO	1854.995	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1.03	10.491	0.96	4.45003727	3.8755	0.6240	SI	3.7156189	SI	8.7592205	NO	2.706912	NO	1819.662	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	1	10.185	0.96	4.45003727	3.9917	0.6240	SI	3.8270875	SI	8.7592205	SI	2.551524	NO	1766.662	NO	SI	0.3420
	0.96	38.979	0.98	9.981	0.96	4.45003727	4.0732	0.6240	SI	3.9051913	SI	8.7592205	SI	2.450484	NO	1731.329	NO	NO	0.3420
	0.96	38.979	0.96	9.778	0.96	4.45003727	4.1581	0.6240	SI	3.9865495	SI	8.7592205	SI	2.351485	NO	1695.996	NO	NO	0.3420

ALTERNATIVAS FINALES QUE CUMPLEN LAS CONDICIONES

	Lpp	B	Dcp	Dcs	T	Cb	Nº Cúbico	Nº Froude	Vol Carena	Desplazamiento	L/B	B/T
2.3	41,821	10,185	4,86722826	7,17	3,7204	0,6394	2073,183	0,3302	1013,209	1038,539	4,10615	2,73757
2.8	41,821	10,185	4,77451915	7,07	3,7204	0,6394	2033,695	0,3302	1013,209	1038,539	4,10615	2,73757
2.13	41,821	10,185	4,63545549	6,94	3,7204	0,6394	1974,461	0,3302	1013,209	1038,539	4,10615	2,73757
2.18	41,821	10,185	4,54274638	6,84	3,7204	0,6394	1934,972	0,3302	1013,209	1038,539	4,10615	2,73757



Arrastrero congelador por popa de 600 m³

Marta Freitas Sanjuán

Potencia	BHP (kW)	E	P ACERO	MCR	MAQUINARI	P. RESTANTE	P. ROSCA	C Mater Granel	C Equipos	CC	C Varios	COSTE TOTAL
544,6928	1253,2947	747,568	299,099	2996,5214	73,9439	105,550	478,5927	1163695,9	1146399,697	2310095,598	161706,6918	3848596,165
544,6928	1253,2947	744,273	297,305	2996,5214	73,9439	104,942	476,1914	1156715,654	1146044,482	2302760,136	161193,2095	3836375,359
544,6928	1253,2947	739,329	294,619	2996,5214	73,9439	104,016	472,5791	1146266,141	1145502,492	2291768,633	160423,8043	3818063,625
544,6928	1253,2947	736,034	292,832	2996,5214	73,9439	103,387	470,1636	1139313,75	1145134,811	2284448,56	159911,3992	3805868,457

# ANEXO II

## Buques de la Base de Datos

## Nodosa entrega el arrastrero congelador *Río Caxil*

El astillero gallego Nodosa, S.L. entregó a finales del pasado año su séptima construcción. Se trata de un moderno arrastrero congelador de altura de 50,50 metros de eslora, con número de construcción 257 del astillero, encargado por la empresa armadora Farpespan, S.L. cliente habitual del astillero en la reparación y mantenimiento de su flota.

Con esta entrega, Nodosa, S.L. confirma el puesto de privilegio que ocupa tanto dentro del sector de nuevas construcciones, como en el de reparaciones y transformaciones navales —las dos áreas a las que se dedica esta empresa—, habiendo realizado numerosos trabajos durante el pasado año 2004. Entre ellos, podemos destacar la entrega de diversos buques arrastreros, cerqueros y auxiliares mejilloneros. En la actualidad, el astillero está ocupado en la construcción de un moderno remolcador, un arrastrero congelador, un buque para la pesca al cerco y otros dos buques más para la pesca con palangre.

### Descripción general

El *Río Caxil* es un moderno buque pesquero congelador proyectado para la pesca de arrastre en los caladeros de la NAFO (Organización de Pesquerías del Atlántico Noroeste), teniendo como puerto base Vigo. Ha sido proyectado y desarrollado por la Oficina Técnica de Nodosa en estrecha colaboración con el armador.

Construido totalmente en acero y enteramente soldado, posee dos cubiertas corridas de proa a popa, la cubierta principal y la cubierta superior, así como dos cubiertas no completas, la del castillo y la cubierta puente. La popa, de estampa recta que remata en la cubierta superior, ha sido especialmente estudiada para alojar la tobera y el timón y obtener una buena salida del agua. Está provista de una rampa central para el largado e izado del aparejo. La proa del buque es lanzada con bulbo.

Características principales	
Eslora total	50,50 m
Eslora entre perpendiculares	42,00 m
Manga de trazado	10,00 m
Puntal a la cubierta principal	4,05 m
Puntal a la cubierta superior	6,60 m
Puntal a la cubierta de castillo	8,90 m
Calado de trazado	4,00 m
Arqueo bruto (1969)	868,65 GT
Arqueo	438,97 trb
Volumen bajo cubierta principal	1.110 m <sup>3</sup>
Desplazamiento a plena carga	1.250 t
Potencia propulsora	1.000 BHP
Velocidad en pruebas	13,5 nudos
Velocidad de servicio	11 nudos
Tripulación	23 personas
Clasificación	Bureau Veritas

Capacidades	
Combustible	427 m <sup>3</sup>
Agua dulce	6 m <sup>3</sup>
Aceite lubricante	7 m <sup>3</sup>
Tanque de lodos	2 m <sup>3</sup>
Bodega a -25 °C	380 m <sup>3</sup>
Entrepunte de congelados a -25 °C	210 m <sup>3</sup>
Capacidad de congelación	26 t/día



La cámara de máquinas se sitúa en popa y las bodegas en el centro y a proa del buque.

El buque está propulsado por un motor diesel Wärtsilä 8L20 de cuatro tiempos y efecto simple, que acciona, a través de una reductora simple, la correspondiente línea de ejes con una hélice de paso variable que está situada en el interior de una tobera fija.

En el **doble fondo**, bajo las bodegas y la cámara de máquinas, se disponen los tanques para almacén de combustible, agua dulce y lastre.

En la **cubierta principal**, de proa a popa, tenemos el tanque de lastre en el pique de proa y otros dos tanques de laterales para almacén de combustible. A continuación están los espacios de carga, que se sitúan en la bodega -bajo la cubierta principal hasta el mamparo de proa de cámara de máquinas- y en el entrepuente de carga sobre la cubierta principal. Tras éste, se sitúa el entrepuente de cartonaje, con dos de los túneles de congelación en el lado de babor. Seguido está emplazado el parque de pesca, con el otro túnel de congelación también en babor. Las capturas se congelarán en estos tres túneles y en un armario de congelados. La capacidad frigorífica del buque se ha calculado para el trabajo al unísono de todos ellos. Tras el parque de pesca y en crujía, está situado el pantano y la rampa para la recepción del pescado y a continuación, el local del servotimón. En el lado de babor está el pañol y el taller de maquinaria, mientras que en estribor están la cámara del guardacalor del motor principal y la sala de control de la cámara de máquinas.

En la **cubierta superior** están instaladas las maquinillas principales de arrastre, los malleteros y la maquinilla de lasilla. En el lado de babor tenemos, de proa a popa, un pañol el comedor de marinería, la cocina y las gambuzas de secos, fresco y congelados, mientras que el lado de estribor alberga parte de la habilitación para la marinería y el vestuario.

En la **cubierta del castillo** están el resto de los camarotes para la tripulación y los camarotes de oficiales, así como la enfermería en estribor y el comedor de oficiales en babor. También están instalados aquí el tambor de la red y la maquinilla de volteo del copo, mientras que en la **cubierta del puente**, a popa del mismo, se ubica la maquinilla de

lanteonado. Sobre el pórtico de popa se ha instalado la maquinilla de lanzado del copo.

## Habilitación

Teniendo en cuenta las tendencias actuales en este tipo de embarcaciones, los sistemas de pesca instalados y el grado de mecanización de sus instalaciones, el buque tiene acondicionada habilitación para 23 personas, distribuidas del siguiente modo:

- En la **cubierta superior** tenemos, en el lado de estribor y de proa a popa, un aseo común con dos duchas y parte de la habilitación para la marinería, con dos camarotes para 4 personas y un camarote para 2 personas.
- En la **cubierta del castillo** tenemos, en el lado de estribor y de proa a popa, un aseo común con dos duchas y la lavandería y otros dos camarotes para 4 personas, completando así los alojamientos para la tripulación. En crujía, cuatro camarotes individuales para los oficiales del buque, que comparten dos aseos interiores. A babor está el camarote del Capitán, que es el único con aseo individual en el interior del camarote.



La altura libre entre cubiertas, tanto en las zonas de habilitación como en las de trabajo, es de 2 metros. El nivel de ruidos internos a bordo del buque está de acuerdo con los requerimientos exigidos por la norma IMO A.468 (XII).

Las tareas de habilitación y montaje de los camarotes y de las distintas áreas comunes del buque han corrido a cargo de la empresa Carpintería Naval Néstor, S.L., que también se ha encargado del aislamiento, forrado y carpintería de las bodegas de congelación, el entrepuente y del parque de pesca.

## Maquinaria y parque de pesca

### Maquinillas de pesca y sistema de accionamiento

El *Río Caxil* lleva instaladas dos maquinillas de arrastre Carral CI-MC de tipo partido y accionamiento eléctrico, de 275 CV de potencia a 900 rpm y con control neumático de embrague y freno. Este tipo de máquinas permite obtener un mayor par para el arrastre y reduce el tiempo de las maniobras de accionamiento de las mismas. El accionamiento de las maquinillas se efectúa gracias a dos motores marinos de corriente continua Indar tipo KN-280-L-b, de excitación independiente a 220 V. Estos motores suministran una potencia de 275 CV a 800/1.200 rpm y 380 V y cuentan con resistencias de caldeo para el estado de reposo y protecciones para grado IP-23.

Además, para la alimentación de las maquinillas se han instalado tres generadores *anticompound* de corriente continua Indar tipo KN-280-S-b a 380 V, con excitación independiente a 220 V. Los generadores están montados en tándem y son accionados por PTOs, con ejes capaces de transmitir 440 kW. El grado de protección de estos equipos es también IP 23. El conjunto se completa con dos equipos electrónicos para

la alimentación, regulación y excitación de los generadores y dos rectificadores.

La refrigeración, tanto de los motores de corriente continua como la de los generadores, es de tipo IC-06 y se consigue mediante electroventiladores de corriente alterna a 380 V, 50 Hz. En uno de los extremos del eje del electroventilador de los motores, se monta el freno electromagnético para el bloqueo de los motores y la dinamo tacométrica.

El equipo de control neumático del embrague y freno ha sido suministrado por la empresa Marelec, tratándose de un sistema activo que permite trabajar a tracción constante, optimizando así la apertura de la red y corrigiendo la posición de las puertas según la tracción de los cables. Los valores de tracción y longitud de cable se toman en tiempo real con los sensores de proximidad y de carga instalados en las células de carga de las pastecas de medición. La sensibilidad y capacidad de reacción del sistema instalado permite aumentar las capturas del barco y proteger el aparejo de pesca.

## Centrales hidráulicas

Para el suministro hidráulico de la maquinaria de pesca, el arrastrero *Río Caxil* lleva instaladas dos centrales hidráulicas a bordo, una a proa y otra a popa, suministradas e instaladas por Hivisa.

La central hidráulica de proa está compuesta por tres grupos de 90 kW para bombas de 110 cm<sup>3</sup> a 1.500 rpm, que envían el aceite a dos bloques distribuidores Mossum Tissum. Lleva además un tanque de aceite de 1.000 litros de capacidad con sus filtros y enfriadores correspondientes. Esta central suministra fluido hidráulico a los siguientes equipos:

- El tambor de red doble, de 2.500 mm de diámetro de tambor y 508 mm de diámetro interior, con una longitud entre gualderas de 2.400 mm y una división intermedia desmontable. Cuenta con dos motores F12-110 de caudal fijo.
- Cuatro maquinillas para malleteros de 2.000 mm de diámetro exterior y 508 mm de diámetro interior, con una longitud de 700 mm. También están accionados por motores F12-110.
- Una maquinilla de lasilla, accionada por un motor F12-80.
- Un lanteón accionado por un motor F12-80.

La central hidráulica de popa está compuesta por dos grupos de 20/25 CV, un tanque de 500 litros de capacidad, enfriadores y los filtros correspondientes. Presta servicio a los siguientes elementos:

- Una maquinilla para el volteo del copo, accionada por un motor F12-30.
- Una maquinilla de largado, accionada por un motor MR.
- Una maquinilla hidráulica MC6000 para maniobras.
- Dos pastecas móviles Carral 210-3 con cilindro, con un desplazamiento aproximado de 2 m.
- Accionamiento de la puerta del pantano mediante dos cilindros.
- Accionamiento de la puerta rompeolas mediante dos cilindros y un divisor de caudal.
- La grúa de 3.500 kg de capacidad.

## Otros equipos

Como ayuda para el traslado e izado del aparejo de pesca, se ha instalado sobre la cubierta del castillo y en el lado de babor, como se aprecia en el plano de disposición general del buque, una grúa Guerra M230.20A5, de 13,70 m de alcance y 3.500 kg de capacidad de cabrestante, con accionamiento manual desde la propia grúa y telemando por radio.

## Planta de congelación y conserva de capturas

El parque de pesca del buque lleva instalada una clasificadora automática Marelec M1/5B, de cinco salidas laterales para la clasificación del pescado por lotes, con tolvas de 50 l de capacidad. El primer tramo de la clasificadora lo compone la cinta de alimentación, por don-

de van entrando las piezas a clasificar. A continuación va la cinta de aceleración y pesaje y, finalmente, la cinta de clasificación, por donde sale el pescado ya clasificado. Además de las cinco salidas laterales, la máquina dispone de otra más para las capturas fuera de los rangos seleccionados.

Una vez clasificadas las capturas, estas se congelan en los tres túneles instalados y en un armario de placas, que trabajan por expansión directa del refrigerante y circulación forzada del aire a través de los mismos. Posteriormente, se almacena el pescado ya congelado a  $-25^{\circ}\text{C}$  en la bodega y el entrepuente del buque.

La instalación frigorífica, instalada por Frimarte, está calculada para atender las siguientes necesidades:

- Congelar un total de 18 t/día de pescado en los tres túneles, mediante tres ciclos de 7 h de duración neta, con unos 2.000 kg/ciclo y por túnel.
- Congelar unas 8 t/día de pescado en un armario de 810 kg/ciclo.
- Mantener el pescado congelado a  $-25^{\circ}\text{C}$  en una bodega y un entrepuente frigorífico con un volumen neto total de 590 m<sup>3</sup>.

La instalación trabaja por expansión directa, utilizando refrigerante R-404 A. El funcionamiento de la planta es semiautomático, siendo los arranques manuales y las paradas automáticas mediante presostatos. La planta se alimenta de la red de fuerza a 380 V y el rango de temperaturas de trabajo es de  $25^{\circ}\text{C}$  para el agua de mar y  $35^{\circ}\text{C}$  para la temperatura ambiente.

La planta de congelación del pescado lleva instalados los siguientes equipos:

- Dos compresores de tornillo Mycom 160 VSD de 110 kW cada uno para los túneles de congelación.
- Dos bombas de agua de 7,5 CV cada una.
- Ocho ventiladores de túneles de 6,2 kW cada uno, suministrados por Sumivent.



- Un compresor de tornillo Mycom 125 VSD de 75 CV la bodega y el entrepuente de conservación de las capturas.
- Una bomba de agua para el circuito de bodega y entrepuente de 3 CV.
- Ocho sondas de temperatura PT-100 y dos equipos registradores de temperatura.
- Cuadro de arranque y control para el equipo de frío.

### Planta propulsora principal, gobierno y maniobra

La planta propulsora principal está formada por un motor Wärtsilä 8L20, capaz de suministrar una potencia máxima de 735 kW (1000 BHP) a 900 rpm, que mueve una hélice de paso variable a través de un reductor Reintjes LAF1562 con embrague incorporado, con una relación de reducción 5,955:1. Este reductor tiene una toma de fuerza (PTO) tipo K83 con tres salidas, una de 500 kW a 1.500 rpm sin embrague para el alternador de cola y otras dos de 220 kW a 1.500 rpm con embrague para las dinamos.



La hélice instalada es una Reintjes Lips Moderate Skew IPP-A65-196 de aleación de Ni-Al-Bronce, con cuatro palas y un diámetro de 3.000 mm, instalada en una tobera fija. La línea de ejes tiene una longitud de 5.500 mm y un peso de 1.450 kg. El juego de casquillos y cierres de bocina por proa y popa los ha suministrado Cedervall, siendo el de proa entero, tipo MDL y el de popa partido, tipo KLR.

El buque es maniobrado mediante un servomotor electrohidráulico con un par nominal de 6 t-m a 60 bar y un par máximo de 7 t-m a 70 bar. El ángulo de giro es de  $37^{\circ}$  a cada banda, con un tiempo máximo de maniobra de caída de una a otra banda de 20 segundos.

### Planta auxiliar

Para la generación de energía eléctrica a bordo del *Río Caxil* se han instalado los siguientes equipos, suministrados por Progener, S.A.:

- Un grupo electrógeno principal, formado por un motor de cuatro tiempos y 6 cilindros Mitsubishi S6R-MPTK, de 741 CV a 1.500 rpm. Este motor es de inyección directa, turboalimentado y con sistema de post-enfriado, refrigerado por agua dulce. El bloque de cilindros es de hierro fundido, con culatas independientes de cuatro válvulas, camisas húmedas recambiables y pistones de aleación de aluminio. El motor acciona por proa una dinamo Indar KN-280 de 220 kW, de respeto de la dinamo de cola.

El alternador es un Stamford HCM634 G23, capaz de desarrollar una potencia de 630 kVA a 1.500 rpm, con factor de potencia 0,8, a 380 V y 50 Hz. Tiene un grado de protección IP-23 y aislamiento clase H, cumpliendo con las normativas exigidas por la IEC y la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas. Está acoplado al eje de popa del motor.

- Un grupo electrógeno para el servicio de emergencia/puerto, formado por un motor Mitsubishi 6D24T de 164 kW a 1.500 rpm y un





alternador Stamford UCM274 D de 170 kVA a 1.500 rpm, montado en bancada común con el motor diesel por medio de un acoplamiento elástico.

- Un alternador de cola Stamford HCM634 G2, capaz de desarrollar una potencia de 630 kVA a 1.500 rpm. Está accionado por una salida sin embrague de la toma de fuerza (PTO) de la reductora, vía acoplamiento elástico.

## Equipos auxiliares

Para los diferentes servicios auxiliares, se han instalado las siguientes electrobombas a bordo del arrastrero *Río Caxil*:

- Tres bombas monobloque centrífugas Azcue VM-EP 50/20 de tipo vertical y autocebadas, para el achique de sentinas y baldeo, con un caudal de 50 m<sup>3</sup>/h a 3 bar. Están accionadas por un motor eléctrico trifásico de 7,5 kW de potencia a 2.850 rpm, a 380V, 50 Hz, con protección IP-55 y aislamiento clase F.
- Una bomba Azcue BT-IL-70 D2 de 3 m<sup>3</sup>/h a 1,5 bar, para el trasiego de gas-oil, accionada por un motor eléctrico de 5,5 CV a 1.450 rpm.
- Un grupo hidróforo completo Azcue para el servicio de agua dulce, con una bomba MO-19/20 de engranajes autocebada, de 2 m<sup>3</sup>/h a 3 bar. Está accionada por un motor eléctrico de 1,5 CV a 1.500 rpm y 380 V, 50 Hz. El equipo se completa con un tanque de acero inoxidable de 50 litros, el arrancador guardamotor, un relé térmico, el pulsador de marcha y paro y los presostatos, manómetros y válvulas de retención correspondientes.
- Un grupo hidróforo completo Azcue para el servicio de agua salada, idéntico al anterior excepto en que el cuerpo impulsor de la bomba es de bronce en vez de en hierro fundido.
- Una bomba horizontal y autoaspirante Azcue BO 19/20 para el servicio de reserva de los dos grupos hidróforos.
- Cinco bombas de achique Azcue VRX-50/17 para el parque de pesca, autocebadas y con un caudal de 24 m<sup>3</sup>/h a 0,6 bar. Están accionadas por un motor trifásico de 3 CV a 1.500 rpm y cuentan con una caña de separación de 1.100 mm entre el motor y la bomba.
- Dos bombas centrífugas Azcue VM-50/16 de 39 m<sup>3</sup>/h a 2 bar, para los servicios de reserva de agua dulce de los circuitos de alta y baja temperatura del motor principal. Son compactas, de cuerpo en hierro fundido, rodete de bronce, cierre mecánico y eje de acero inoxidable. Están accionadas por sendos motores trifásicos de 5,5 HP a 2.850 rpm, 380 V y 50 Hz, con grado de protección IP-55 y aislamiento de clase F.
- Una bomba centrífuga Azcue VM-80/33 de 75 m<sup>3</sup>/h a 2,5 bar, para el servicio de reserva de agua salada del motor propulsor y para el servicio de reserva contra incendios. Está accionada por un motor trifásico de 15 HP a 1.450 rpm, 380 V y 50 Hz.
- Una bomba Azcue BT-LV-80 de 27 m<sup>3</sup>/h a 8 bar, para el servicio de reserva de aceite del motor propulsor. Está accionada por un motor trifásico de ejecución horizontal, de 20 HP a 1.450 rpm, 380V y 50 Hz.
- Una bomba autoaspirante de engranajes Azcue 1YE de 1 m<sup>3</sup>/h a 4 bar, para el achique del tanque de lodos, accionada por un motor de 1,5 CV a 1.500 rpm, 380 V y 50 Hz.

- Una bomba autoaspirante de engranajes Azcue 1YE de 0,7 m<sup>3</sup>/h a 6 bar, para el servicio de reserva de alimentación de combustible del motor propulsor. Está accionada por un motor trifásico de 1 HP a 1.450 rpm, 380 V y 50 Hz.
- Dos bombas autocebadas Azcue VRX-50/17 de 24 m<sup>3</sup>/h a 0,6 bar, para el achique de los tanques sépticos. Están accionadas por un motor trifásico de 3 CV a 1.500 rpm y dotadas de una caña de separación de 1.100 mm entre el motor y la bomba.

Las gambuzas de seco, fresco (4 °C) y la de congelados (-18 °C) llevan instalado un sistema de frío compuesto por:

- Dos compresoras de 4 CV.
- Dos evaporadores con ventiladores de 105 W.
- Sistema de desescarche eléctrico de 1,5 kW mediante gas caliente.

Los equipos para el tratamiento de combustible y aceite instalados en el arrastrero son:

- Una separadora centrífuga de gasoil Alfa Laval MAB-103 de 1.150 l/h de capacidad.
- Dos unidades Illante-CJC HDU 15/25 para el filtrado de aceite hidráulico.
- Un filtro Illante-CJC HDU 27/54 sin separación de agua, para el tratamiento del gasoil del motor principal.
- Un filtro fino Illante-CJC HDU 27/108 P y otro Illante-CJC HDU 27/54 P para el tratamiento del aceite del motor principal.
- Un filtro fino Illante-CJC HDU 15/25 para el tratamiento del aceite de la reductora.

Para la generación del agua dulce necesaria se han instalado a bordo dos equipos generadores por evaporación Aquamar 4/5 y Aquamar 2/3. La planta de tratamiento del agua dulce la forman un esterilizador ultravioleta Aquada 4 Próxima de 4.000 l/h de capacidad y un filtro mineralizador tipo MHF para el agua proveniente de los generadores de agua dulce.

El equipo separador de sentinas instalado es un Rwo Skits 1.0, suministrado por Illante, con una capacidad de tratamiento de 1 m<sup>3</sup>/h y con homologación IMO MPC.60 (33) y A 393 (X). Dispone de un oleómetro homologado para 15 p.p.m.

El buque dispone también de un equipo de protección de tuberías de agua salada, formado por un generador de iones de cobre Gefico IonPac IP-1.

Para las necesidades de aire comprimido del barco se han instalado dos grupos electrocompresores ABC VA-30-E-PC de 4 CV, con capacidad de 14 m<sup>3</sup>/h y 30 kg/cm<sup>2</sup> de presión.

## Planta eléctrica

La red eléctrica instalada a bordo del buque es una red trifásica sin neutro. El punto de estrella de los alternadores no se conecta a masa del buque.

La tensión principal de la red para los equipos de fuerza del arrastrero es de 380/400V, a 50 Hz, así como la red de emergencia de dichos equipos y la red de alumbrado. La red para los pequeños consumidores de a bordo y para los equipos de control, es de 220/230 V, a 50 Hz, al igual que la red para los servicios de alumbrado de emergencia. Los equipos de navegación instalados en el puente de gobierno y las alarmas funcionan con una red de 24 V en corriente continua.

La energía eléctrica primaria para las necesidades del arrastrero, es generada alternativamente por un grupo Diesel-alternador de 630 kVA y/o un alternador de cola de 630 kVA, acoplado a una toma de fuerza (PTO) en la reductora. Ambos están conectados a una barra común del cuadro principal.

La planta eléctrica se ha diseñado para su funcionamiento en paralelo, con traspaso de carga entre los dos alternadores y con limitación

del tiempo de funcionamiento en paralelo. En caso de no desconectarse uno de los alternadores después de su sincronización y conexión en paralelo, se ha previsto la desconexión automática del alternador de cola.

Se dispone una toma de tierra de 125 A en el cuadro eléctrico, con sus interruptores, voltímetro, amperímetro, indicador de fase, etc. que alimenta la barra del cuadro eléctrico principal. El enclavamiento eléctrico de la conexión a la toma de tierra funciona de forma que impide la operación en paralelo con los alternadores del buque.

La energía eléctrica de 230 V se transforma desde la red de energía eléctrica primaria, mediante dos transformadores trifásicos principales de 380/230 V y 40 kVA cada uno, dimensionados cada uno para el total de la potencia consumida calculada y refrigerados por convección de aire. Ambos equipos están dimensionados para trabajar con una temperatura ambiente constante de 45 °C y están protegidos contra salpicaduras de agua. Uno de los transformadores queda en reserva, estando el otro en servicio.

La energía eléctrica de 220 V de emergencia se transforma desde la red de energía de emergencia/puerto mediante dos transformadores trifásicos de emergencia de 380/220 V y 20 kVA cada uno.

La red de alumbrado de emergencia a 24 V está alimentada por baterías y la componen un cuadro de distribución con amperímetro y voltímetro, dos grupos de baterías de 24 V y 265 A·h (uno para los equipos de GMDSS), formado por cuatro baterías de plomo tipo Exide 3CL6, dos cargadores automáticos para las baterías, con una intensidad máxima de carga de 40 A y una fuente de alimentación del cuadro principal de 100 A.

Para los equipos de navegación exigidos por el GMDSS se han instalado además dos fuentes de alimentación estabilizadas 220/24 V a 60 A, con conmutación automática de baterías, un panel de alarmas por fallo de tensión de alimentación de la fuente y bajo nivel de baterías y un cuadro de interruptores automáticos para alimentar los equipos. Todos estos equipos cumplen con las estipulaciones y reglamentaciones de la Dirección General de la Marina Mercante.

Además se ha instalado a bordo un grupo de baterías compuesto por 2 baterías de 12 V, 110 A·h, Tudor tipo A110 para el arranque del grupo de emergencia, con su desconectador y dos cargadores automáticos de 24 V para las baterías de arranque del grupo auxiliar y del grupo de emergencia, con una intensidad máxima de carga de 20 A.

El cuadro principal para el control y protección de los diferentes generadores de energía eléctrica y para la distribución de ésta entre los distintos servicios a bordo, está montado en la sala de control. El cuadro principal y los secundarios de distribución están diseñados bajo las normas del Bureau Veritas.

## Salvamento y lucha contra incendios

El equipamiento de salvamento instalado a bordo del *Río Caxil* está de acuerdo con los reglamentos en vigor a la firma del contrato para la obtención de los certificados del buque. Entre los distintos equipos, suministrados por las empresas Tridente, S.L., Orío y Cía e Inyecciones y Diseños, S.L., podemos destacar:

- Un bote insumergible de rescate Narwhal de quilla rígida, con motor fueraborda de gasolina homologado.
- Dos balsas RFD con sus soportes en acero inoxidable, con capacidad para 25 personas cada una, de fácil lanzamiento al mar y equipadas de acuerdo con las exigencias del SEVIMAR y del SOLAS.
- Dos aros salvavidas con luces de encendido automático, dos más con señal fumífera flotante y otro dos provistos de rabiza de 27,5 m.
- Trajes de supervivencia isotérmicos para cada tripulante del buque, además de otros 2 trajes más para el bote.
- Cohetes de luces con paracaídas y señales de humo flotantes.

Para la lucha contra incendios, a parte de las correspondientes bombas contra incendios instaladas a bordo, se han dispuesto 7 bocas contra incendios a lo largo de la cubierta superior, así como otras 2 bocas más en la cámara de máquinas.

El buque cuenta con 8 mangueras de material textil de 18 m, con boquillas de dos aplicaciones; 6 extintores portátiles de polvo seco dispuestos en los alojamientos y en cocina; 1 extintor portátil de polvo seco en la cámara de máquinas; 1 extintor portátil de 5 kg de CO<sub>2</sub> en el puente de gobierno y extintores de CO<sub>2</sub> para los cuadros eléctricos de la sala de máquinas y el local del grupo auxiliar de puerto; 1 equipo de bombero completo.

En la cámara de máquinas y en los espacios de acomodación se dispone de una alarma de detección de incendios con sensores iónicos, con sus correspondientes repetidores acústicos instalados en el puente de gobierno. Asimismo, se ha instalado en la cámara de máquinas un sistema de extinción de incendios fijo mediante botellas de CO<sub>2</sub>, con su sistema de alarmas correspondientes, que ha sido suministrado por Interbón.

## Equipos de navegación y comunicaciones

Todos los equipos electrónicos han sido suministrados por la empresa Tridente, S.L., que se ha encargado además de su montaje, trazado y tirado de canaletas, dirección técnica y gestión y pruebas de las instalaciones.

Las barquillas para el soporte de los proyectores de las sondas se han fabricado en acero, así como las correspondientes tuberías para el paso de los cables desde los proyectores hasta el puente de gobierno.

Entre los equipos de comunicaciones internas, se ha instalado en la cámara de máquinas un potente claxon de llamada de alta sonoridad (125 dB), con un pulsador en el puente de gobierno. Así mismo se ha instalado también en el puente, otro pulsador de órdenes para la tripulación, con sus zumbadores correspondientes en los camarotes. Sobre el techo del puente está la sirena-tifón de accionamiento neumático. Los altavoces estancos de órdenes están conectados a la central de megafonía del puente, con micrófonos repartidos en las consolas de proa y popa del puente, así como en las consolas de ambos laterales; en las maquinillas de pesca, en el entrepuente de trabajo, en la zona de maniobras de proa y en la zona de las puertas de arrastre.

El telégrafo de órdenes es de tipo eléctrico, con dos telégrafos, uno en el puente de gobierno y el otro, en la sala de control de la cámara de máquinas. El buque cuenta con cuatro teléfonos autogenerador distribuidos en el puente de gobierno, la cámara de máquinas, el local del servo y el camarote del Jefe de Máquinas. Se ha dispuesto también de un equipo de teléfonos automáticos con centralita a 24 V para la conexión del puente con la cámara de máquinas, el local del servo, los comedores, la enfermería y los camarotes de oficiales y subalternos.





Se ha instalado TV y vídeo en los salones y comedores, así como tomas de TV en los camarotes de oficiales. Existe también una instalación de radio con tomas en las cabeceras de cada litera de los camarotes, comedores y salones.

Para el control y supervisión de las faenas del buque se ha dispuesto una red de cámaras de TV, con un monitor en el puente y otro en la sala de control y cámaras repartidas por la sala de máquinas, el parque de pesca, la zona de malleteros, la zona de las maquinillas de arrastre y en la cubierta superior.

Se han montado también todos los proyectores y señales de navegación exigidas por la actual legislación en los correspondientes masteleros de señales situados en el techo del puente de gobier-

no. Sobre el mismo, se ha montado además un proyector de hielo de largo alcance.

Los equipos de navegación electrónicos instalados en el puente de gobierno han sido suministrados por Nautical, destacando, entre otros:

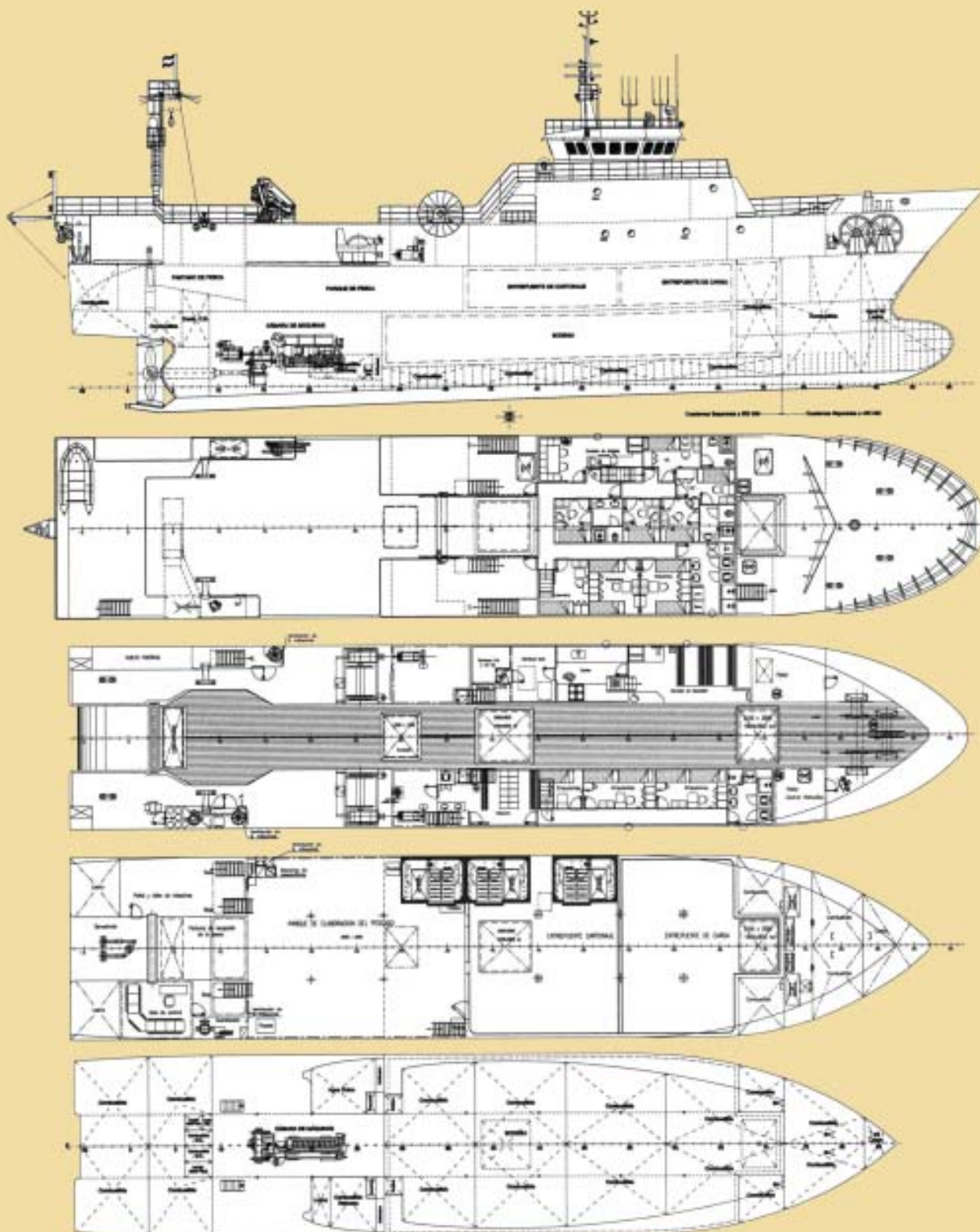
- Un radar Furuno FR-2125 y otro radar Furuno FR-8251.
- Sondas Furuno FCV-1500 y Furuno FE-700.
- Amplificador de señales Furuno ETR-10D2.
- Equipo de fax Cannon B-160 con sistema de recepción Fax-208 MKII.
- Giroscopica Robertson RGC-11.
- Equipo convertidor Ami KW-941.
- Un compás por satélite SC-120.
- Dos pilotos automáticos, Robertson AP-45 y AP-50.
- Equipos de telefonía Furuno FS-5000 con su terminal DSC Furuno DSC-60.
- Sistemas de comunicación por satélite Mini M Sailor SP-4164 A e Iridium Sailor SC-4000 MKII.
- Dos equipos VHF Sailor RT-2048.
- Un proyector eléctrico de señales de día ALDIS.

Todos los equipos náuticos instalados a bordo del *Río Caxil* están de acuerdo con la normativa exigida en el capítulo X del Decreto 1032/1999 y con los reglamentos en vigor. Para cumplir con los requisitos exigidos por el GMDSS para la Zona 3, se han instalado además los siguientes equipos:

- Dos STD-C Furuno Felcom-15.
- Dos VHF+DSC Furuno FM-8500.
- Sistema Navtex Furuno NX-500.
- Dos GPS Furuno, GP-31 y GP-80.
- Tres cajas Buffer Cif/Nmea/Log.
- Una caja azul ELB-2000.
- Tres VHF portátiles GMDSS.
- Una radiobaliza por satélite Kannad 406 WH.
- Dos transpondedores de radar Kannad Rescuer.



## Disposición general



## Río Caxil



F/V Carmona building nr:126

[Photos](#)[General arrangement plan](#)**Technical Data F/V Carmona:**

L.o.a: 37,3 m

Beam: 9.08 m

Gross: 460 tonnes

RSV cap.: 410 cbm

Cargo hold: 160 cbm

FO. cap.: 90 cbm

FW cap.: 24 cbm

**Bridge equipment:**

Radar 1: Furuno FR-2115

Radar 2: Furuno M-1832

Navigator: Furuno GP-36

Sonar 1: Furuno FSV-24

Sonar 2: Furuno CH-250

Ecosounder 1: FCV-1200

Ecosounder 2: FCV-1200

SSB Radio: Furuno FS-1562

VHF Radio 1: Sailor RT 20 48

VHF Radio 2: Furuno FM-8500

Gyro compass: Robertson Gyro RGS-50

Autopilot: Robertson AP-9MK3

Analog compass: Ritchie MD-200B

**Engine equipment:**

Main engine: Wärtsilä 9L20C; 1620 kW

Aux. eng.: Volvo Penta TAMB 163A; 380 kW 1500 rpm

Gear: Mecanord 650 HS

Propeller: Nya Bergs Propulsion

Steering gear: Tennfjord

Bowthruster: Hunnstedt Propeller

Hydraulics: Lidan Marin

**Deck equipment:**

RSW : Aquaterm RSW 560 kW NH3  
3 splittvinsches 25 tonnes, Hägglund Lidan  
2 Netdrum 40 tonnes, Hägglund Lidan  
Autotrawl: Scantrol 2000, Hägglund Lidan



F/V GG 778 Lövön building nr:136  
[Simplified datasheet including GA \(pdf - Swedish\)](#)

**Technical Data F/V GG 778 Lövön:**

**Fartyget har följande data:**

Löa: 44 m  
Bredd mallad: 11 m  
Djup mallat till shelterdeck: 7.6 m.  
Flapp roder  
Klass Det norske Veritas 1A1 + ice C

**Tankkapaciteter.**

Bunker diesel olja: 158 m<sup>3</sup>  
Färsk vatten: 28 m<sup>3</sup>  
Smörj olja: 20 m<sup>3</sup>  
Fisk tankar för last 800 m<sup>3</sup> lasten kyls ned till +1

**Vinschar och kranar**

2 st trålvinschar med dragkraft 25 ton/ vinsch  
Tråltummor 2 st diam 2500 o längd 3400 drag kraft 40 ton / trumma  
Frälsar vinsch dragkraft 21 ton.  
2 st ankarvinschar för ankarvire  
2 st hydraulkranar 1 på galgen och 1 på fördäck  
1 st MOB båt.  
4 hytter ( 2 mans) och 1 reservhytt/sjukhytt

### **Maskineri**

Huvudmaskin MAK 6M 25C med effekt 2000 KW vid 750 rpm.  
Reduktion växel Reintjes 2365 reduktion 5.37:1 och pto för axelgenerator.  
Axelgenerator 1200 KVA.  
Dysa med JW Bergs CP propeller diam 3400 med max varvtal 140 rpm.  
Bollard pull ca 42 ton  
Blooksmå boxkylare för huvudmaskin  
Hjälpmaskiner VP D13 effekt 360 KW och VP D9 effekt 225 KW  
Bogprop diam 1100 mm 350 Kw elektriskt driven

### **Kylanläggning**

Rsw kylanläggning 710 000 kcl  
RSW cirkulations pump kapacitet 500m<sup>3</sup>/tim.  
Elektronik: 2 st sonar 1 högfrekvens och 1 lågfrekvens , ekolod, Scanmar.



# Mar de Mares, buque arrastrero congelador construido por Astilleros Nodosa

**R**ecientemente Astilleros Nodosa entregó su construcción número 246, un arrastrero congelador de altura de 38,35 m de eslora, para la empresa armadora Pesquera Orlamar S.A., destinado a faenar en aguas de Gran Sol.

El *Mar de Mares* con puerto base en La Coruña (Galicia) ha sido proyectado y desarrollado por la Oficina Técnica de Nodosa, tratándose de un moderno buque pesquero congelador proyectado para la pesca de arrastre de fondo por popa.

## Disposición General

Con casco de acero, posee dos cubiertas corridas de proa a popa, popa recta provista de una rampa central para largado e izado del aparejo con muy buenas salidas de agua, y proa lanzada con bulbo.

Sobre la caseta puente se encuentra un palo bípode con masteleiro para soporte de luces de navegación, antenas y proyectores para faenas de pesca; árboles para soporte de antenas; grupo de baterías y bitácora; y un hongo de ventilación de la acomodación.

Sobre la cubierta puente están las bajadas a cubierta superior en zona de amarre y fondeo por ambos costados y las bajadas a cubierta superior en zona de maquinilla de pesca por el costado de estribor. En esta zona se encuentra la caseta puente en la que se aloja la zona de gobierno, maniobra de pesca y derrota, así como bajada de acceso a la zona de habilitación de la cubierta superior. Los pasillos laterales permiten el acceso a la zona de balsas, manguerotes de ventilación y grúa en el costado de estribor y los accesos por ambos costados al espardel de popa donde se encuentra el bote de rescate.

Sobre la cubierta superior se encuentran las maquinillas para la maniobra de amarre y fondeo de proa, la maquinilla auxiliar de fondeo y el ancla de respeto. También está en este nivel la escotilla de acceso al pañol de proa, la escotilla para la salida de emergencia desde la habilitación de la cubierta principal a través del aseo, las subidas en ambos costados a cubierta puente, guardacalores laterales con bajadas a cubierta principal en ambos costados; aseo, local de CO<sub>2</sub> y pañol de cubierta en babor y local para grupo de emergencia en estribor.

La habilitación sobre la cubierta superior en la que se alojan 4 camarotes individuales para Oficiales, un aseo de Oficiales con una ducha, un WC, dos lavabos y lavadora; la enfermería, y la escalera de subida a la caseta puente y bajada a la habilitación de la cubierta principal.

En este nivel se encuentra también el salón de oficiales, la escalera de subida a la cubierta puente por el costado de estribor, la puerta de costado en estribor, palo bípode por donde suben los escapes con salida por la parte alta, puerta de rompeolas en la rampa, maniobra de amarre de popa.

Los equipos de pesca de esta cubierta son las maquinillas de arrastre y tambores de red, y la maquinilla auxiliar para volteo del copo en babor, la escotilla de carga y descarga de bodega; amuradas de pesca en centro para guiar el aparejo de pesca; Escotilla para acceso al pañol de redes en babor; la escotilla basculante con apertura hacia arriba para la entrada del pescado al pantano de pesca; la rampa para el izado y el largado de red, pórtico de pesca a popa.

Sobre la cubierta principal están el pañol de proa, el local de ropa de aguas, el local de ubicación de la máquina de hielo, su com-



presor y compresores de gambuzas frigoríficas; el parque de pesca (totalmente forrado en acero inoxidable), túneles de congelación a ambos costados, bandejeros y escotilla de acceso a bodega; el vertedero de desperdicios en acero inoxidable en costado de babor, los guardacalores laterales con acceso a cubierta superior desde parque de pesca y sala de máquinas; el pantano de pesca al centro, construido totalmente en acero inoxidable; el pañol de redes en babor a popa, el taller de máquinas en estribor; y el local del servo al centro en popa con acceso desde el taller.

La zona de habilitación está compuesta por:

- Aseos de marinería con 2 WC, 2 duchas, cuatro lavabos, lavadora y calentador.
- Camarotes de tripulación: dos de 4 plazas y uno de 2 plazas.
- Pasillo de habilitación con salida por popa a parque de pesca, por proa a la salida de emergencia a través del aseo y en el centro subida a habilitación de la cubierta superior.
- Comedor.
- Cocina con gambuza seca, fría y de congelado.

Bajo la cubierta principal se encuentra el pique de proa con un tanque de agua de lastre, los tanques verticales de combustible, bodega de pesca para congelado (-25 °C); la bodega de pesca para fresco (0 °C), dividida en casilleros con sus correspondien-

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Eslora total	38,35 m
Eslora entre perpendiculares	32,00 m
Manga de trazado	8,40 m
Puntal a la cubierta principal	3,70 m
Puntal a la cubierta superior	5,90 m
Calado de diseño	3,05 m
Peso en rosca	450 t
Desplazamiento a plena carga	674 t
Potencia propulsora	1.380 CV
Arqueo	409,1 GT/211,8 TRB
Velocidad en pruebas	13 nudos
Tripulación	12 personas
<b>Capacidades:</b>	
Bodega de fresco (0 °C)	150 m <sup>3</sup>
Bodega de pescado congelado (-25 °C)	50 m <sup>3</sup>
Combustible	145 m <sup>3</sup>
Agua dulce	20 m <sup>3</sup>
Agua lastre	12 m <sup>3</sup>
Aceite	4 m <sup>3</sup>

tes puntales en acero inoxidable y panas en aluminio; los tanques de combustible en doble fondo bajo ambas bodegas, la cámara de máquinas con tanques laterales: agua dulce en babor y reboses de combustible y residuos oleosos en estribor, dos tanques de servicio diario; un tanque de aceite hidráulico, tanque de aceite lubricante para el motor auxiliar y otro para el motor principal; 3 tanques de combustible a popa (2 laterales y 1 central).

## Equipos de pesca y cubierta

El *Mar de Mares* está equipado con dos maquinillas de pesca para arrastre *split* hidráulicas marca Carral, modelo C1/MC-E/9-H, de accionamiento hidráulico por medio de motores hidráulicos MS 83-8-2C auxiliados por una bomba hidráulica Podoin 6H20 acoplada a una toma de fuerza del reductor. Tienen una tracción de 8 t a una velocidad de izado de 84 m/min a medio carretel y una capacidad total en cada carretel de 2.500 m de cable de 22 mm y 400 m de malleta de 40 mm. Está provista de indicadores de tracción y accionamiento neumático con consola en la popa del puente.

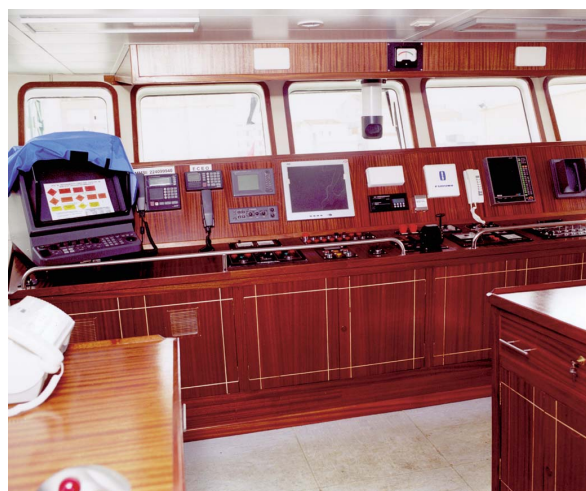
Dispone también del avanzado sistema SCANTROL de medición tracción en los cables de arrastre; con mando automático de un tambor de maquinilla para mantener iguales las tracciones. Este sistema regula automáticamente los ajustes necesarios en la maquinilla durante la maniobra de arrastre. Las pastecas de dicho equipo van suspendidas de unos pescantes realizados para tal fin y situados sobre los guardacalores a media distancia entre los tambores de la maquinilla y las pastecas de arrastre situadas en el pórtico de popa.

En la popa del buque se ha instalado un pórtico de pesca con dos pastecas de pescante móviles N° 2 de la serie N° 213 AC con suspensión articulada S-220 de Carral para 22 t de tracción, soportadas por los carros portapastecas que son trasladados por dos motores hidráulicos de alto par de arranque a través de dos reductores de planetarios con freno negativo mediante barbotenes de acero moldeado y una cadena de alta resistencia.

Para el volteo del copo, el buque cuenta con una maquinilla auxiliar de cubierta de Hivisa, construida en chapa naval electrosoldada y zincada, con un tambor y un cabirón de acero D.350, reductor de engranajes helicoidales en baño de aceite, distribuidor rotativo para control de revoluciones, motor hidráulico tipo orbital y cabezal fijo.

Se ha instalado una grúa marca Guerra modelo 140/90M3 (1.000 kg a 10 m) con cabestrante hidráulico de arrastre K-90 para 1,5 t.

Hivisa ha proporcionado además la central hidráulica de accionamiento de pastecas móviles de popa, grúa, maquinilla



auxiliar de pesca, puerta de rompeolas y escotilla del pantano de pesca, modelo T 150 2 x 25 CV compuesto por un tanque de aceite de 150 litros, dos motores eléctricos de 25 CV, 3 válvulas solenoidales y dos bloques de placa base con válvula de seguridad.

El servotomón hidráulico también ha sido suministrado por Hivisa. Se trata del modelo ST-3000, que ofrece un par nominal de 3 t, con un ángulo de giro de 37° a cada banda. Está formada por un tanque de aceite doble y dos motores de 4 CV.

La maquinilla de fondeo hidráulica es de Hivisa compuesta por 1 reductor en baño de aceite, 1 tambor para cable y cadena con embrague y freno y 1 cabirón de maniobra. (Características: velocidad 25m/min, tiro medio 1.500 kg).

En la proa de dicha maquinilla se ha situado una torreta guía N°1, de la serie S-250 de Carral.

Toda la instalación hidráulica y neumática en el buque ha sido realizada por Hivisa.

## Instalación frigorífica

La instalación frigorífica del *Mar de Mares* ha sido llevada a cabo por la empresa Frío Marítimo Terrestre (Frimarte).

La instalación frigorífica principal está formada por:

- 2 Compresores de tornillo, abierto, marca Bitzer, modelo OSN-5361, que trabajando a régimen de -35 °C / +40 °C tienen una capacidad frigorífica de 28.939 kcal/h cada uno, absorbiendo una potencia de 23,22 kW. Cada compresor tiene una capacidad suficiente para congelar 1.500 kg cada 7 horas en cada túnel de congelación. Con lo que la capacidad total de congelación es de 10.000 kg/día.
- 1 Compresor alternativo, tipo abierto de simple efecto, marca Bitzer, modelo 4N2-Y, con capacidad suficiente para mantener a -35 °C una bodega de congelados de 50 m³ y a 0 °C una bodega de frescos de 150 m³. Dicho compresor tiene una capacidad frigorífica de 7.920 kcal/h absorbiendo una potencia de 6,01 kW.
- 1 Compresor alternativo, abierto, marca Bitzer, modelo 4N2-Y, con capacidad suficiente para producir 2.500 kg/día de hielo en escamas en un generador de hielo marca Geneglacé (Frigofrance) tipo embarcado, modelo F100M, partiendo de agua salada del mar y de agua dulce.

Cada compresor está dotado de sus correspondientes separadores de aceite, condensador y bomba de agua. Para cada circuito se ha previsto un recipiente de líquido.



La instalación ha sido diseñada con sus correspondientes interconexiones para que, en caso de emergencia, cualquier compresor pueda atender cualquier servicio.

El buque está dotado de dos gambuzas frigoríficas de 3,5 m<sup>3</sup> de capacidad, una para congelados (-20 °C) y la otra para productos frescos (0 °C). Para dar servicio a estas gambuzas se ha previsto la instalación de dos unidades condensadoras refrigeradas por aire, con compresores tipo hermético.

El refrigerante utilizado en toda la instalación, es el R-404.

### Parque de pesca

Bajo la cubierta superior, el *Mar de Mares* dispone de una amplia zona destinada a parque de pesca totalmente forrado en acero inoxidable 316 L, equipada para la selección y el tratamiento de las capturas a bordo.

En la popa se ha situado una zona de recepción de pescado, construida en acero inoxidable 316 L, de modo que al abrir la escotilla de accionamiento hidráulico, que se dispone en la proa de la rampa, el contenido del copo baje por ella y llegue directamente al parque de pesca.

INMI, Instalaciones Navales y Montajes Industriales, ha suministrado los principales equipos del parque de pesca, que cuenta con:

- Cinta transportadora elevadora de pescado procedente del pantano.
- Cinta transportadora para clasificación del pescado.
- Cinta transportadora elevadora de desperdicios al trancañil (construido en acero inoxidable 316 L provisto de doble cierre uno de ellos con trincaje hidráulico).
- Dos depósitos para clasificado y eviscerado.
- Máquina lavadora.
- 2 tinas para enfriamiento del pescado.
- Depósito para escurrido y empaque con puestos abatibles.
- Sierra descabezadora y mesa para soporte de la misma.
- Soporte para báscula.
- Camino de rodillos para deslizar las cajas hacia la escotilla de la bodega.

Las líneas de entrada de agua para la maquinaria del parque de pesca y pantano de pesca son de polipropileno y las líneas de descarga de agua y pequeños desperdicios son de acero inoxidable 316 L.

En el parque de pesca se dispone de un cabestrante eléctrico de 1,5 CV para carga de la bodega, suministrado por HIVISA, así como 3 bombas trituradoras para achique del mismo.

### Equipo Propulsor

El *Mar de Mares* está propulsado por un motor diesel marino MAK, modelo 6M20 X3, de 4 tiempos y 6 cilindros en línea, no reversible, de inyección directa, refrigerado por agua dulce en circuito cerrado y sobrealimentado, capaz de desarrollar una potencia nominal de 1.380 BHP a 900 rpm y de 964 BHP a 850 rpm como potencia máxima homologada.

El motor está acoplado elásticamente, a través de un acoplamiento Vulkan G1920R, a un reductor con embrague hidráulico marca Baliño-Valmet, modelo M1VAC-460 +2P, desembragable, y reducción 5:1, que acciona una hélice Kamewa, modelo 55KS/4-310B-35F, de paso controlable y 4 palas (Ni-Al-Bronce) de 2.500 mm de diámetro, con control de paso electrónico, que gira a 175 rpm dentro de una tobera para conseguir un mayor tiro en arrastre.

Con este equipo propulsor se consigue un aprovechamiento máximo de potencia tanto en la condición de arrastre como en navegación libre, actuando solamente sobre el mando de paso de la hélice que girando siempre a las mismas revoluciones, al igual que el motor principal con todas las ventajas que ello conlleva.

En el reductor se ha incorporado una toma de fuerza con dos salidas (PTO) en popa, con distancia entre ejes de 870 mm. A una de las PTO, desembragable, se acopla, a través de acoplamiento elástico marca Renold Hi-Tec, la bomba hidráulica para accionamiento del motor de las maquinillas de pesca; a la otra PTO se acopla el alternador de cola marca Stamford, modelo HCM 434 E 23, de 270 kVA a 1.500 rpm.

Los cierres de bocina (lubricados por aceite) son Baliño-Universal Modelo 220 A para popa y 200 F en proa y los casquillos son de la marca Baliño.

El sistema hidráulico está formado por dos bombas de presión con motores eléctricos de 2 kW cada uno y válvula electrohidráulica para control del paso principal.

Se ha dispuesto un sistema eléctrico de control remoto con un panel principal en el puente en la consola de proa, un panel secundario en la consola de popa, así como un panel en cámara de máquinas.

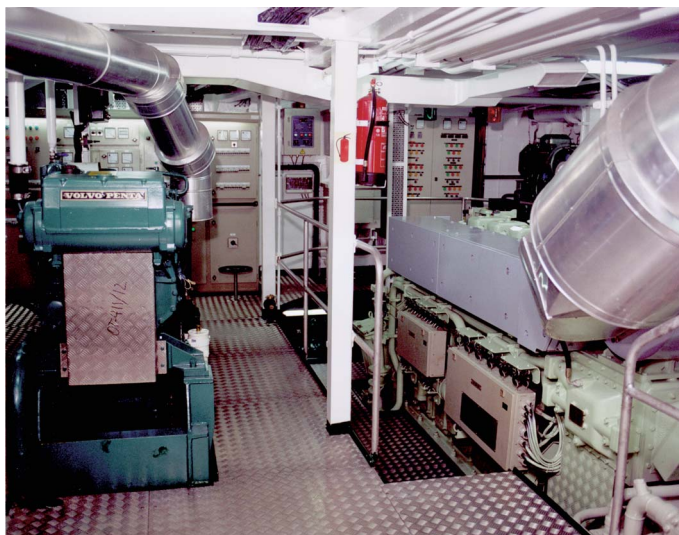
### Planta eléctrica

La energía eléctrica del buque es suministrada por:

- Un grupo electrógeno formado por un motor diesel de cuatro tiempos marino de 6 cilindros en línea, marca Volvo Penta, modelo TAMD-122A, de 336 CV a 1.500 rpm, con arranque eléctrico, y un alternador Stamford, modelo HCM-434 E, de 270 kVA a 1.500 rpm
- Un alternador de cola Stamford, modelo HCM-434 E, de 270 kVA a 1.500 rpm, (50 Hz, 380/220V, con regulador electrónico de tensión, aislamiento H, protección IP-23) que está acoplado a una toma de fuerza sin embrague del reductor.
- Un grupo electrógeno de emergencia y puerto formado por un motor diesel Deutz-Diter, modelo TD - 229/6, de 90,5 HP a 1.500 rpm, acoplado a un alternador Stamford, modelo UCM-274- C3, de 77,5 kVA a 1.500 rpm (50 Hz, 380/220 V, con regulación electrónica de tensión, calentamiento clase F, aislamiento clase H, protección IP-23).

Los circuitos de fuerza son de 380 V y los demás de 220 V, tensión suministrada por dos transformadores trifásicos marca TERMI 380/220 V, de 30 kVA cada uno. También se dispone de un circuito de 24V para alumbrado de emergencia y equipos de puente.





Lleva, además, una fuente de alimentación de 60 A y un cargador de baterías de 30 A para la alimentación de los equipos GMDSS, tal como exige la reglamentación vigente.

Para la distribución de la corriente eléctrica, así como para la protección de los alternadores y de los distintos servicios, se dispone de un cuadro eléctrico principal con dos juegos de barras (unas para el generador diesel y otras para el generador de cola), barras que pueden ser unidas mediante un interruptor automático, con la maniobra necesaria para permitir el acoplamiento de ambos alternadores durante un instante para realizar la transferencia de carga entre uno y otro.

También se dispone de un cuadro de protección y distribución, grupo electrógeno de emergencia, que arrancará automáticamente en caso de un *black out* de la planta eléctrica principal y suministrará la energía eléctrica necesaria para los servicios de emergencia del barco.

La instalación eléctrica ha corrido a cargo de la empresa Eleinmar S.L.

#### Otros equipos en cámara de máquinas

El Buque *Mar de Mares* tiene instalados las siguientes bombas en cámara de máquinas, las cuales han sido suministradas por Interbon:

- 1 bomba Azcue MN-50/160 Monobloc bronce, para agua salada de refrigeración del motor principal, de 10 CV y 55 m<sup>3</sup>/h de caudal a 2,5 m.c.a.
- 1 bomba Azcue idem a la anterior para reserva de agua salada del motor principal.
- 1 bomba Azcue BTLV-80-T para reserva del aceite del motor principal de 25 CV, 1.500 rpm, con caudal de 35 m<sup>3</sup>/h a 10 m.c.a.
- 1 bomba Azcue 1YE para reserva de combustible del motor principal de 1,5 CV, con un caudal de 0,9 m<sup>3</sup>/h a 5 m.c.a.
- 1 bomba centrífuga Azcue MN-40/160 de 10 CV para circulación de emergencia de Agua Dulce del Motor Principal, con un caudal de 30 m<sup>3</sup>/h a 3,5 m.c.a.
- 3 bombas Azcue CA-50/7, Monobloc bronce, para achique de sentinas y servicios generales de 7,5 CV, 2.900 rpm, con un caudal de 35 m<sup>3</sup>/h a 30 m.c.a.
- 2 bombas verticales Azcue VRX-80/17 con caña de 1.100 mm para achique del parque de pesca, en bronce, de 4 CV a 1.450 rpm y un caudal de 35 m<sup>3</sup>/h a m.c.a.

- 1 bomba vertical Azcue VRX-50/17 con caña de 700 mm, de 2 CV para achique del parque de pesca.
- 1 bomba vertical Azcue VRX-50/17 con caña de 700 mm, de 2 CV para achique del tanque de aguas fecales.
- 1 bomba Azcue FH-40/10 de 1 CV para el vaciado del tanque de lodos.
- 1 bomba Azcue CA-50/3 A para trasiego de gasoil, de 3 CV y un caudal de 5,4 m<sup>3</sup>/h.
- 1 bomba de reserva de aceite de la reductora.

En la cámara de máquina también se encuentra un grupo hidróforo de agua dulce completo Azcue MO-19/20, Monobloc bronce, de 1,5 CV a 1.450 rpm con un caudal de 2,5 m<sup>3</sup>/h a 30 m.c.a., con los accesorios correspondientes y un depósito de acero inoxidable de 50 litros. También se ha instalado un grupo hidróforo idéntico al anterior para el agua salada.

La separadora centrífuga de gasoil con retención de sólidos, Alfa Laval modelo MAB-103, tiene una capacidad de tratamiento de 1.150 l/h.

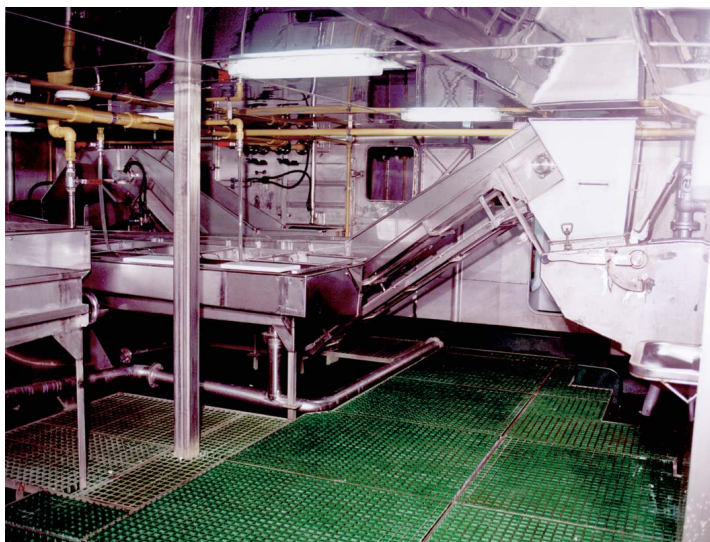
Hay dos electrocompresores marca ABC, modelo VA-30 EPC de 10 m<sup>3</sup>/h de caudal de aire a 30 kg/cm<sup>2</sup> con motor eléctrico de 4 CV para arranque del motor propulsor y servicios varios. Las dos botellas de aire tienen una capacidad de 250 litros a 30 bar.

Para el circuito de refrigeración del motor principal se ha instalado un enfriador de placas APV tipo N35 MGS.

Además también podemos encontrar en cámara de máquinas un separador de sentinas, modelo RWO SKIT/S S1.0 s/oleómetro, un generador de agua dulce por Aquamar electric 6000 l/día, un esterilizador por rayos ultravioleta, modelo MINI 2000 y un sistema antiincrustante y anticorrosivo Gefico Ion Pac 1P1.

Otros equipos instalados en el buque son:

- Dos ventiladores / extractores marca Conau para la cámara de máquinas de 3 kW cada uno y un caudal de 10.000 m<sup>3</sup>/h.
- Dos ventiladores marca Conau de 0,75 kW y un caudal de 4000 m<sup>3</sup>/h, uno para el parque de pesca y otro para el local del grupo de emergencia.
- Un ventilador marca Conau para la acomodación, de 2 kW y un caudal de 6000 m<sup>3</sup>/h.
- Dos extractores marca Conau para la cocina y aseos de 0,75 kW y un caudal de 3.000 m<sup>3</sup>/h.
- Una cocina eléctrica suministrada por NOVOFRI con dos pla-



cas redondas de 2.000 W, una placa rectangular de 3.500 W y un horno de 4.000W.

- Un calentador acumulador de 200 l en acero inoxidable para la obtención de agua caliente.

## Seguridad y salvamento

El *Mar de Mares* ha sido dotado de un completo equipo de seguridad y salvamento cumpliendo con el Convenio de Torremolinos vigente para este tipo de buques.

Cuenta con dos balsas autoinflables de salvamento, homologadas de acuerdo a la Directiva 96/98 EC para equipos marinos, de 12 plazas cada una marca DSB. Cada una de estas balsas, dispone de un equipo de emergencia SOLAS "A", en el que se incluyen las raciones de alimento y agua, pirotecnia, botiquín, ayudas térmicas, etc., así como un manual sobre actuaciones en caso de emergencia. Tanto la botella de CO<sub>2</sub>, como su cabeza de disparo, están perfectamente diseñadas para actuar inmediatamente ante una urgencia, permitiendo que la balsa se hinche en menos de 1 minuto.

El soporte sobre el que va colocado la balsa es de acero inoxidable, con cinta y grillería de acero inoxidable que facilita la maniobra de destrínque. El amarre se realiza a un desprendimiento hidrostático, que sería el encargado de provocar que se soltase la balsa y saliese a flote en caso de hundimiento.

El buque lleva también un bote de rescate marca Narwhal, modelo SV- 400, con motor de 25 CV, de 4 m de eslora y 6 plazas, homologado CE con equipo SOLAS.

También se ha dotado al buque con 3 trajes de supervivencia Fitzwright homologados CE y un completo Equipo de Bombero.

Se ha instalado un sistema fijo de extinción de incendios por CO<sub>2</sub> para Cámara de Máquinas, suministrado por Interbon y compuesto por 4 botellas de 67 litros construidas en acero estirado sin soldadura y tratadas térmicamente para una presión de 150 bar y una presión de prueba de 250 bar, válvulas de descarga, válvulas antirretorno, latiguillos alta presión, 1 colector de descarga, 1 colector de disparo tubo hidráulico, manómetro, válvula piloto, accionamiento manual por palanca.

En el equipamiento en materia de seguridad y salvamento también ha intervenido la firma Tridente que ha aportado, entre otros, 15 chalecos salvavidas homologados, 15 luces Asteria para chalecos salvavidas, 5 extintores PIM de 5 kg, 2 extintores de CO<sub>2</sub> de 5 kg, 12 cohetes de luz roja L-35 con paracaídas, 6 bengalas de mano, 4 aros salvavidas, 2 señales fumígenas flotantes, botiquín, una bitácora GFKBO Ludolph con compás de 125 mm, un equipo lanzacabos, etc.

## Habilitación

Los trabajos de habilitación en la cubierta principal, cubierta superior y puente de gobierno han corrido a cargo de la empresa Carpintería Naval Nestor.

Esta empresa ha realizado además el aislamiento de la bodega de fresco, bodega de congelado, parque de pesca, así como los túneles de congelación y las gambuzas seca y frigoríficas.

## Pintura

El pesquero ha sido pintado con productos de la marca Hempel, aplicados de acuerdo con el siguiente esquema:

Los fondos y costados llevan una protección anticorrosiva capa gruesa epóxico-epóxico hierro micáceo, específicamente diseñado para homogeneizar la protección anticorrosiva de fondos y costados.

Esto supone mayor comodidad en el momento de la aplicación por reducción de los tiempos muertos por cambio de pintura y permite mejoras en la producción. El uso de una capa intermedia selladora evita la aplicación de la clásica selladora vinílica o de clorocaucho sin detrimento de la protección anticorrosiva, sistema Hempadur avanzado.

En las sentinas se ha utilizado un sistema monocapa Mastic Epóxico Hempadur con colores claros de larga duración.

Las cubiertas exteriores e interiores están recubiertas de un sistema monocapa Spray-Guard de alta protección anticorrosiva y muy altas prestaciones anti-impacto/abrasión, conforme a las normativas más exigentes.

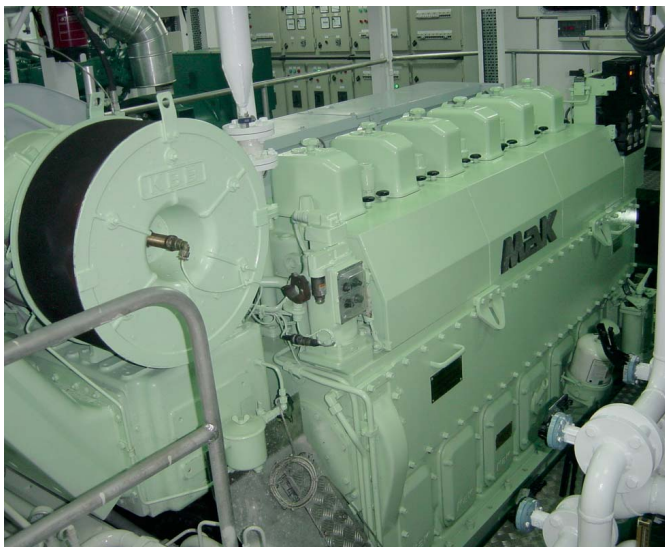
Los interiores están tratados con el sistema alcídico Hempalux, que proporciona un blanco prácticamente permanente, sin el clásico amarilleamiento de las pinturas en interiores.

## Aparatos radioelectrónicos

El lleva instalados los siguientes equipos de navegación y comunicaciones, suministrados por Electrónica Rías Bajas:

Equipos GMDSS zona A2:

- Radioteléfono Skanti TRP-1250 S.
- Radioteléfono VHF Skanti modelo TRP-1000/DSC.
- Radioteléfono VHF Icom modelo IC-M401.
- Un Receptor Navtex ICS Mod. NAV-5.
- Un Receptor GPS Furuno modelo GP-90.
- Un Receptor GPS Furuno modelo GP-37.
- Un Equipo mini-M Nero modelo Worlphone.
- Una Sonda Furuno FE-700.
- Una Sonda Furuno FCV-1200L.
- Un Radar Furuno modelo FR-2125.
- Un Radar Furuno modelo M-1043.
- Un Compás satelitario Furuno modelo SC-60.
- Un Radioteléfono VHF, portátil McMurdo modelo R2 (GMDSS).
- Un Respondedor radar McMurdo modelo RT-9.
- Un Piloto automático Furuno modelo Navipilot-500.
- Un Radioteléfono SEA modelo 330.
- Una Radiobaliza McMurdo modelo E3.
- Un Receptor GPS Koden modelo KGP-98D.
- Una Sonda Koden modelo CVS-8811P.
- Un Receptor Facsimil Taiyo modelo TF-733.
- Una Caja Azul Sainsel modelo SL/FI-015A.
- Un Plotter Sodena modelo TB-2000.





Nuevas construcciones nr: 132 - Ronan Ross, Skibbereen, Irlanda.

**Datos técnicos / Información NB 132**

Nombre del buque:	<b>Ronan Ross</b>	<b>EQUIPO ELÉCTRICO</b>
Tipo de embarcación:	<b>Arrastrero de popa</b>	Instalación eléctrica: <b>Elektromarin AB</b>
Home Port:	<b>Skibbereen, Irlanda</b>	Electrónica Instalado por: <b>Barry Electronics Ltd</b>
Constructor:	<b>Tjörnvarvet AB, Rönnäng, Suecia</b>	<b>ELECTRÓNICA NÁUTICA / PESCA</b>
Diseñador:	<b>Jea Marine Consulting AB</b>	Radar / s: <b>Furuno FCV-1200 Furuno FR-7042</b>
Longitud total:	<b>37,3 m</b>	Sonda / s: <b>Furuno FCV-1200</b>
Manga:	<b>9,0 m</b>	Sonar: <b>Furuno FSV-24</b>
Calado:	<b>5,63 m</b>	Sounders netos: <b>Lidan Marin A / B</b>
Profundidad:	<b>6,60 m</b>	Piloto automático: <b>AP-50</b>
TRB:	<b>447</b>	Brújula / es: <b>Lyth</b>
NRT:	<b>141</b>	SMSSM: <b>Marinero RT-4822. HC 4500. HT 4615</b>
Capacidad de combustible:	<b>65 t</b>	Plotters: <b>Maxsea Plotter Plotter Sodena</b>
Consumo de combustible:	<b>XXX</b>	Dirección: <b>Rollos Royse</b>
Freshwater Capacidad:	<b>20 t</b>	<b>OTROS EQUIPOS</b>
Refrigerado Capacidad de las bodegas:	<b>300 t</b>	Refrigeración: <b>Sistema Halsø Kyl AB</b>
Iced Capacidad Fish:	<b>300 t</b>	Dispensador de agua caliente: <b>Marina Refrigeration Service Ltd</b>
RSW Capacidad de las bodegas:	<b>Sólo cargo hold refrigerated</b>	Pinturas / Revestimientos: <b>Internacional</b>
Mantener seco Capacidad:	<b>300 t</b>	Ventanas: <b>HKvon Wingerden y Zn.Bv</b>
Velocidad máxima:	<b>aproximadamente 12 kN</b>	Tripulación: <b>8</b>
<b>CASCO / CONSTRUCCIÓN</b>		Manivela: <b>Lidan Marin AB</b>
Material del casco de la construcción:	<b>Acero</b>	Grúas: <b>Effer</b>
Material de cubierta de la construcción:	<b>Acero / aluminio</b>	Bote salvavidas / s: <b>Vikingo</b>

Material de la cubierta de la construcción: **Acero**

### **EQUIPO DEL MOTOR**

Motor principal / s: **Oruga 3606, 1500 hp  
2 PC de Caterpillar,**

Motor auxiliar / s: **3412/3306**

Caja de cambios / s: **Mekanord A / S**

Propulsión: **Hundested A / S**

Side Transversal / s: **Hundested A / S**

### **EQUIPO DE CUBIERTA**

Equipo hidráulico: **Lidan Marin AB**

Equipo hidráulico Instalado por: **Tjörnvarvet AB**

Bote de rescate / s: **Zodiaco**

Anclas: **GJWortelboer  
Jr.BVRotterdam**

Área operativa: **Océano Comercio**

Fecha de entrega: **28.07.03**



27/3/2014

## NUEVA CONSTRUCCIÓN 424 - Viking Occidental - Karstensens Skibsværft A / S

BIENVENIDO   PERFIL   NUEVAS CONSTRUCCIONES   REPARACIONES / CONV.   CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN   ORGANIZACIÓN   TRABAJO

ENCONTRARNOS   CONTÁCTENOS   PRENSA

Search term here

Karstensens Skibsværft A / S  
Vestre Strandvej 17  
9990 Skagen

Teléfono: +45 9844 1311  
Cvr.nr.: 10 85 95 81

Nuevo Orden: N ° 429 'RUTH'

Propietarios Ruth A / S ha realizado un pedido de un 87,80 m sobrecargo / Trawler con Karstensen Astillero.

Leer más ...

New Order # 428 - Vessel  
Inspection Papel multi para la Marina Real danesa

Karstensen Skibsværft se enorgullece en anunciar que ha firmado una orden para construir un nuevo buque de inspección papel múltiple en la clase Knud Rasmussen para la Marina Real danesa.

Leer más ...

### NUEVA CONSTRUCCIÓN 424 - VIKING WESTERN

**DIMENSIONES PRINCIPALES:**  
Longitud total: 56,20 m  
Eslora entre pp: 50,20 m  
Manga de trazado: 12,50 m  
Profundidad cubierta principal: 5,30 m  
Profundidad refugio cubierta: 7,80 m  
Tonelaje: 1.135 GT

**CLASE:**  
DNV + 1A1 Fishing Vessel Hielo-C

**MOTOR PRINCIPAL:**  
MAN Diesel & Turbo 1.650 kW

**HÉLICE DE LA PLANTA:**  
MAN

**MOTORES AUXILIARES:**  
2 x 538 kW  
1 x 175 kW

**Eje del alternador:**  
av. 1.650 kW

**THRUSTERS:**  
Rolls Royce TT 1300 AUX (Alternativa Brunnvoll)

**Equipo de cubierta:**  
Manivela: KARMOY  
Grúas: KARMOY

**RSW-PLANT:**  
Johnson Controls (York)

**BOMBA DE VACÍO:**  
Iras

**VELOCIDAD:**

**ALOJAMIENTO:**  
12 pers.

**CAPACIDADES:**  
Tanque RSW: 1.115 m3  
Fuel oil: 240 m3  
El agua dulce: 30 m3

**DISEÑO:**  
Karstensens Skibsværft A / S

**PROPIETARIOS:**  
Frank Doherty, FD Premier Pesca

**HOMEPORT:**  
Donegal, Irlanda

**ENTREGADO:**  
Est. 09 2015

27/3/2014

NUEVA CONSTRUCCIÓN 424 - Viking Occidental - Karstensens Skibsværft A / S

diseño web, cms y hosting por danaweb a /  
s

FREIRE NC-440

Akamalik



PESQUERO CONGELADOR DE ARRASTRE POR POPA

ARMADOR: ROYAL GREENLAND, A.S.

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

Eslora total	75,80 m.
Eslora p.p.	69,86 m.
Manga	14,50 m.
Puntal cubierta superior	6,29 m.
Puntal cubierta principal	9,29 m.
Calado de trazado	6.29 m.

**POTENCIA Y VELOCIDAD**

Motor Principal	4.860 kW
Velocidad en pruebas	15.00 nudos
Autonomía	14.130 millas
Grupos auxiliares	1 x 1.450 KW
	1 x 968 kW
Alternador de cola	3.825 KVA

**CAPACIDADES**

Bodega	1.789 m <sup>3</sup>
Combustible	1.002 m <sup>3</sup>
Agua dulce	59 m <sup>3</sup>
Aceite	68 m <sup>3</sup>

**CLASIFICACIÓN**

DNV \* 1<sup>a</sup>1, Stern Trawler, Ice 1B (for the propulsion machinery) Hull Ice 1 A\*, inc. Rudder arrang. And steering gear.



**FREIRE**  
SHIPYARD









# ASTILLEROS GONDAN, S.A.

## SHIPBUILDERS



### FREEZER STERN TRAWLER

OWNER: "ANDENES HAVFISKESELSKAP A/S" (NORWAY)

DESIGNER: SKIPSTEKNISK AS

#### MAIN CHARACTERISTICS:

Length o.a.	54.40 m.
Length b.p.	46.80 m.
Beam	12.20 m.
Depth	5.20 m.
Draught	5.76 m.
Main engine	MAK 6M32 2.880 kW 600 r.p.m.

#### CAPACITIES

Fish Hold	665 m <sup>3</sup>
Diesel oil	292.50 m <sup>3</sup>
Fresh Water	36.11 m <sup>3</sup>
Speed	14,2 Knots
Accommodation	23

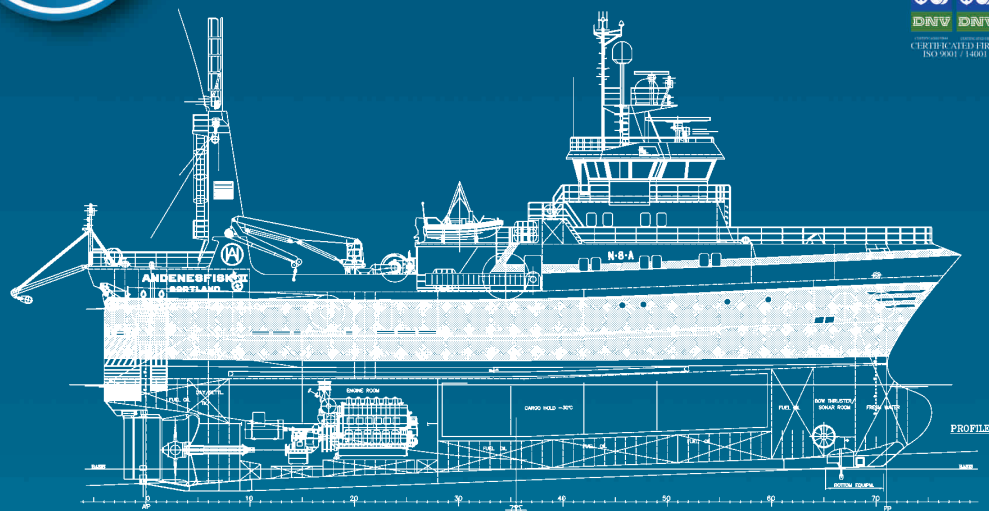
Telephone +34-985 636 250 Fax +34-985 636 298 e-mail: [gondan@gondan.com](mailto:gondan@gondan.com)  
[www.gondan.com](http://www.gondan.com)



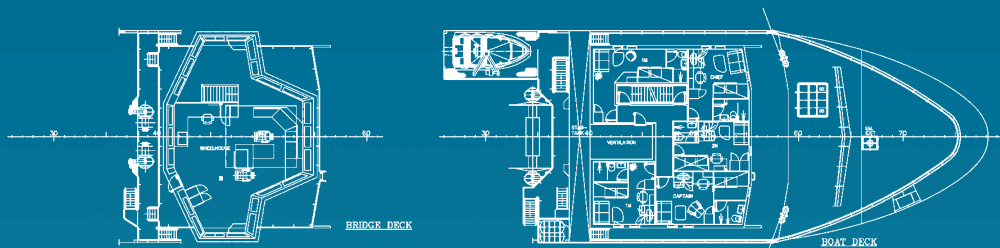
# ASTILLEROS GONDAN, S.A.



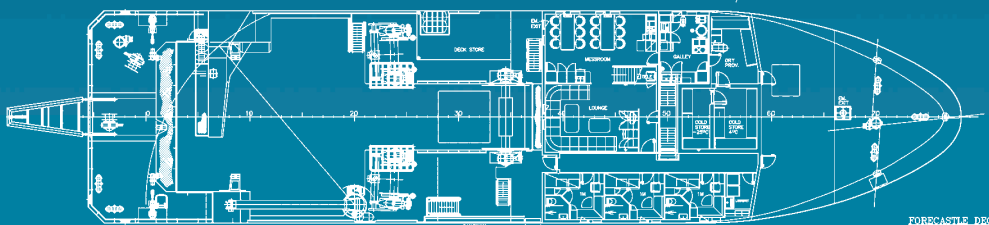
CERTIFICATED FIRM  
ISO 9001 / 14001



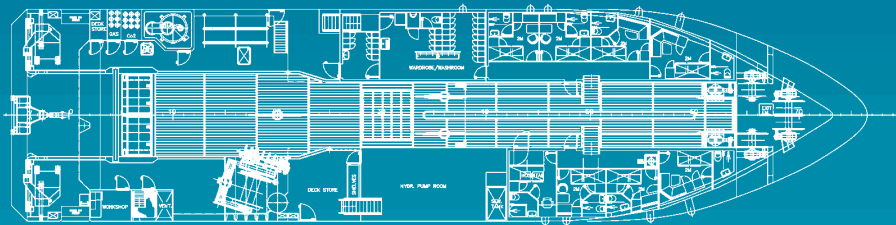
PROFILE



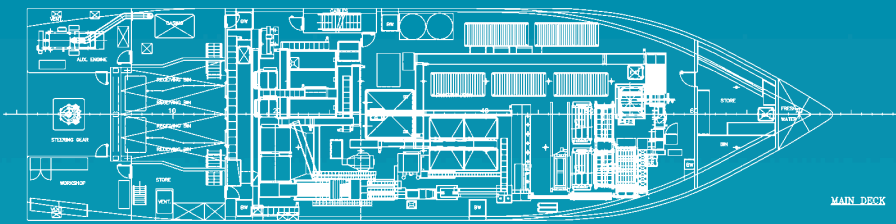
BRIDGE DECK



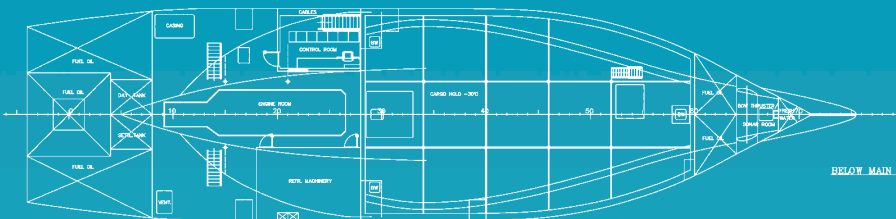
FORECASTLE DECK



SHELTER DECK



MAIN DECK



BELOW MAIN DECK

# ANDENESFISK II





# ASTILLEROS GONDAN, S.A.

# ANDRÉ LEDUC



## WET FISH STERN TRAWLER "ANDRÉ LEDUC"

OWNER: NORD PECHERIES (FRANCE)

DESIGNER: IMT MARINE CONSULTANTS LTD (UK)

### MAIN PARTICULARS:

Length o.a.	44.23 m.
Length b.p.	36.60 m.
Beam	11.00 m.
Depth lower deck	4.75 m.
Depth upper deck	7.10 m.
Draught scantling	4.70 m.
Winches	Rolls Royce - Brattvaag
Main Engine	MAK 6M25
Power	1850 kW 750 rpm

### MAIN PARTICULARS:

Speed	13 Knots
Accommodation	16 men
Delivered	2004

### CAPACITIES

Fish Hold	420 m <sup>3</sup>
Livers tank	13 m <sup>3</sup>
Fuel oil	163 m <sup>3</sup>
Fresh water	30 m <sup>3</sup>

Telephone +34-985 636 250 Fax +34-985 636 298 e-mail: [gondan@gondan.com](mailto:gondan@gondan.com)  
[www.gondan.com](http://www.gondan.com)

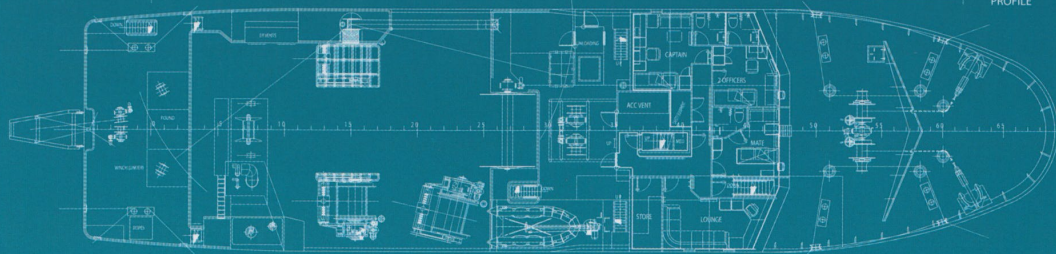




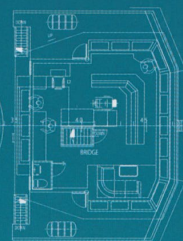
# ASTILLEROS GONDAN, S.A.



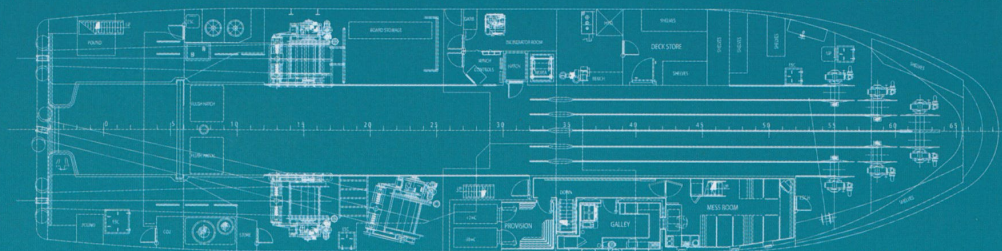
PROFILE



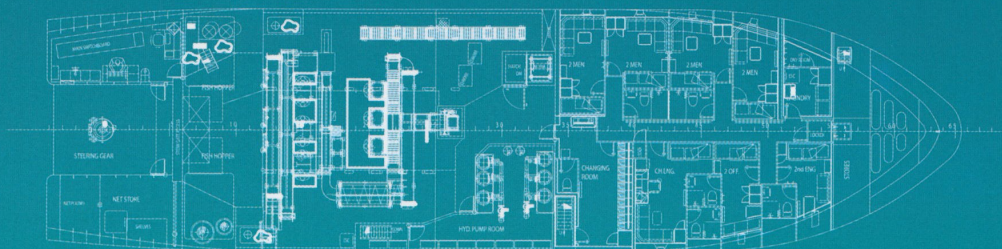
FORECASTLE DECK



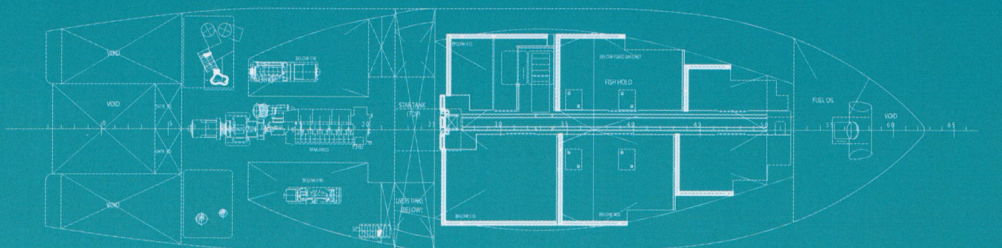
BRIDGE DECK



UPPER DECK



LOWER DECK



# ANDRÉ LEDUC



**E**l astillero vigués M. Cies entregó a principios de diciembre de 2002 la primera pareja de arrastreros de lo que está previsto que sea una serie de seis nuevos buques por encargo de la compañía Bata, de las Islas Feroe. Los buques están proyectados y construidos para la pesca de arrastre por parejas y disponen de medios para proceso y conservación de las capturas, en una bodega aislada, de dimensiones apropiadas para estibar el pescado y el hielo en cajas o bandejas de tamaño normalizado.

## "Stelkur" y "Bakur"



una moderna pareja de arrastreros para armadores de las Islas Feroe

alternativo y serpentina de refrigeración.

Kinarca ha desarrollado e instalado para este buque un sistema de control automático con ayuda de ordenador, denominado Kinatron, que permite al operario controlar todo el sistema mediante un monitor dotado de pantalla táctil en el que aparece un esquema completo de la instalación, y en el que se registran todos los parámetros operativos.

### Maquinaria

### Equipo de pesca

Los dos arrastreros incorporan un equipo de pesca muy completo, suministrado por la firma noruega Rapp Hydema. La maquinilla principal de arrastre de cada buque va montada al costado de babor de la cubierta shelter y tiene capacidad para 1.700 m de cable de arrastre de 26 mm. Va controlada por un sistema de arrastre automático PTS Pentagon.

Cada buque incorpora además un par de maquinillas auxiliares con un tiro en primera capa de 11,80 t, un par de maquinillas de malletas montadas bajo la cubierta superior y una maquinilla del lanterón. También incluyen un par de tambores de red, uno de ellos montado al frente de la cubierta principal y el otro incorporado en el pórtico de popa. Cada uno de ellos tiene 12,50 m<sup>3</sup> de capacidad.

La firma Vonin ha suministrado un completo y moderno arte de pesca para cada uno de estos buques.

### Manejo de las capturas

El *Stelkur* y el *Bakur* han sido diseñados con un innovador sistema de manejo de las capturas, mediante el cual el pescado capturado pasa directamente desde el copo de la red hasta un tanque receptor situado bajo cubierta principal. Para ello, se montó el equipo de manejo de las capturas al costado de estribor de la cubierta principal, utilizando un sistema de bomba de vacío para pasar el pesca-

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Eslora total	37,00 m
Eslora de registro	33,20 m
Eslora entre pp	31,54 m
Manga de trazado	9,50 m
Puntal a cbta. principal	5,40 m
Puntal a cbta. de trabajo	7,70 m
Arqueo según ITC 69	457 GT
Capacidad de bodega	450 m <sup>3</sup>

do desde el tanque receptor hasta la zona de proceso.

La bodega de pesca está diseñada para almacenar el pescado en cajas, pudiendo albergar 284 cajas de 460 litros de capacidad unitaria. La bodega está también dotada de un sistema móvil de suministro, montado sobre un rail circular en el techo de la bodega, de manera que una sola persona pueda atender las operaciones de esta zona, como puede verse en la foto.

### Equipo frigorífico

Estos buques disponen de un moderno sistema de refrigeración, compuesto por dos instalaciones diferentes, proyectadas y suministradas por Kinarca. Una instalación consta de un sistema de hielo líquido para pre-enfriar el pescado, mantener la temperatura en bodegas y en los tanques de cebo vivo. El hielo líquido se circula a través de los serpentina de los tanques de cebo para mantener la temperatura a unos 4°C. La segunda es una instalación típica de expansión, para mantener la bodega de pesca a la temperatura adecuada, y consta principalmente de un compresor

El motor propulsor de cada uno de estos buques es un Caterpillar 3512B, de 12 cilindros en V, con una potencia de 970 kW que, a través de un reductor Mekanord de relación de reducción 5.67:1 y la correspondiente línea de ejes, acciona una hélice de paso variable de 2.460 mm de diámetro girando en una tobera. Mediante dos PTO de la reductora se dispone de 2 x 130 kW de potencia auxiliar para accionar dos bombas hidráulicas de 185 bhp. Además, cada buque dispone de dos grupos electrógenos iguales formados por motor Volvo Penta TAMD 74 y alternador Stamford de 170 kVA.

### Equipo electrónico

El moderno puente de cada uno de estos buques está dotado de la más reciente versión del sistema Scanmar de control de red, incluyendo "ojo de red", y sensores de temperatura, simetría y captura. Cada buque incorpora también dos radares Furuno, ecosondas Furuno y Simrad S-60, GPS Furuno y un equipo MaxSea de control de navegación y pesca.

### Habilitación

Estos barcos han sido diseñados para alcanzar un alto grado de confort de la tripulación. Dispone de espacio de alojamiento para 11 personas, aunque los barcos operarán normalmente con sólo siete tripulantes. La firma Tridente RFD han suministrado para estos buques el material náutico y de salvamento, así como el equipo contra-incendios, que incorpora en su central de detección dispositivos electrónicos suministrados por Interbon.

InfoMarine, febrero 2003





# FREEZER STERN TRAWLER «**BATSFJORD**»

OWNER: BATSFJORD HAVFISKESELSKAP A/S

## Main Particulars:

Length o.a.	50.20 m.
Length b.p.	42.60 m.
Beam	12.20 m.
Depth	5.20 m.
Draught	4.85 m.
Main engine	MAK 6M 32 3.920 H.P. 600 RPM

## Capacities

Fish Hold	340 m <sup>3</sup>
Diesel oil	373.55 m <sup>3</sup>
Fresh water	36.10 m <sup>3</sup>
Speed	14,6 knots
Accommodation	28 men



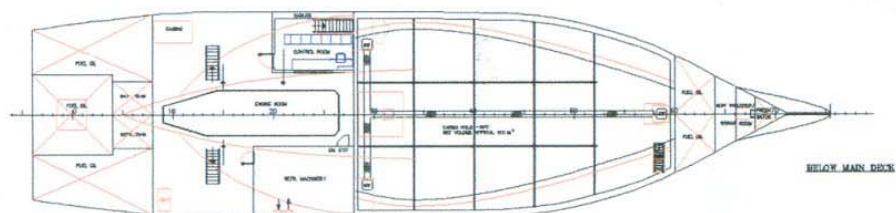
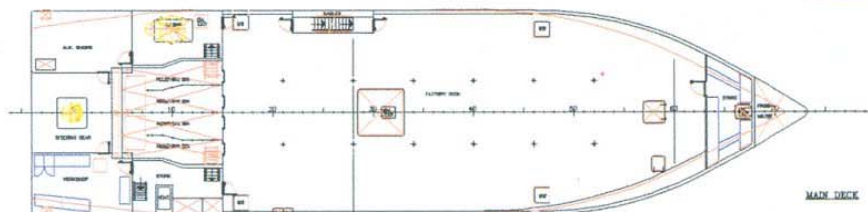
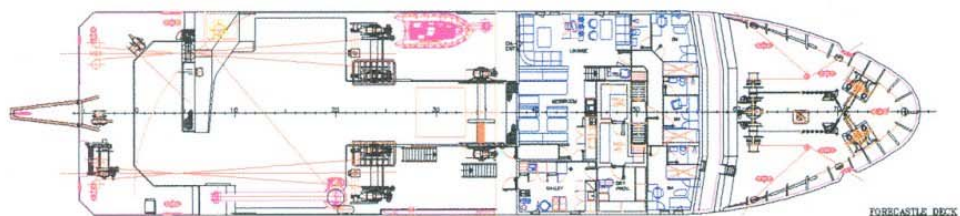
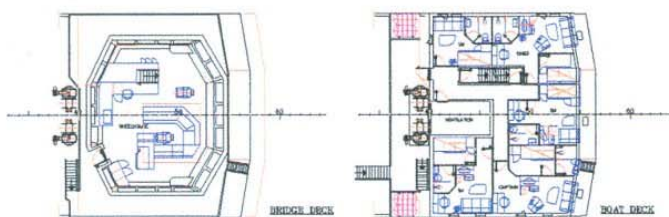
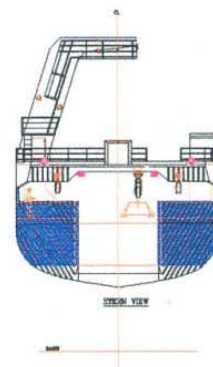
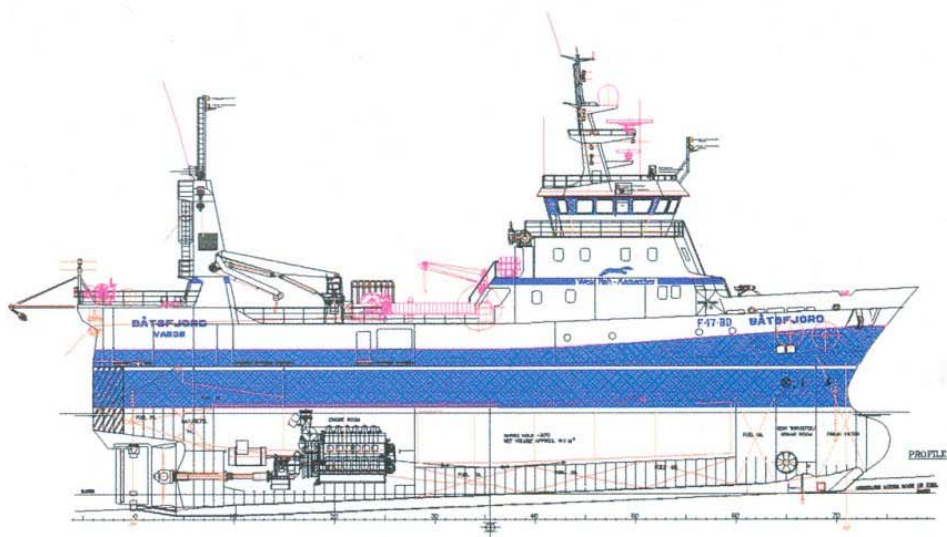
## ASTILLEROS GONDAN, S.A.

33794 FIGUERAS - CASTROPOL (Asturias) Spain

Tel. +34-98 563 62 50

Fax +34-98 563 62 98

E-Mail: [gondan@gondan.com](mailto:gondan@gondan.com)







[Quienes Somos](#) [Servicios](#) [Trabajos realizados](#) [Noticias](#) [ISO 9001:2008](#) [Contacto](#)



Trabajos

Tipo trabajo



COSTA DO CABO (2002)

Tipo trabajo: **Pesqueros Arrastreros**

Eslora Total: **60,00 m**

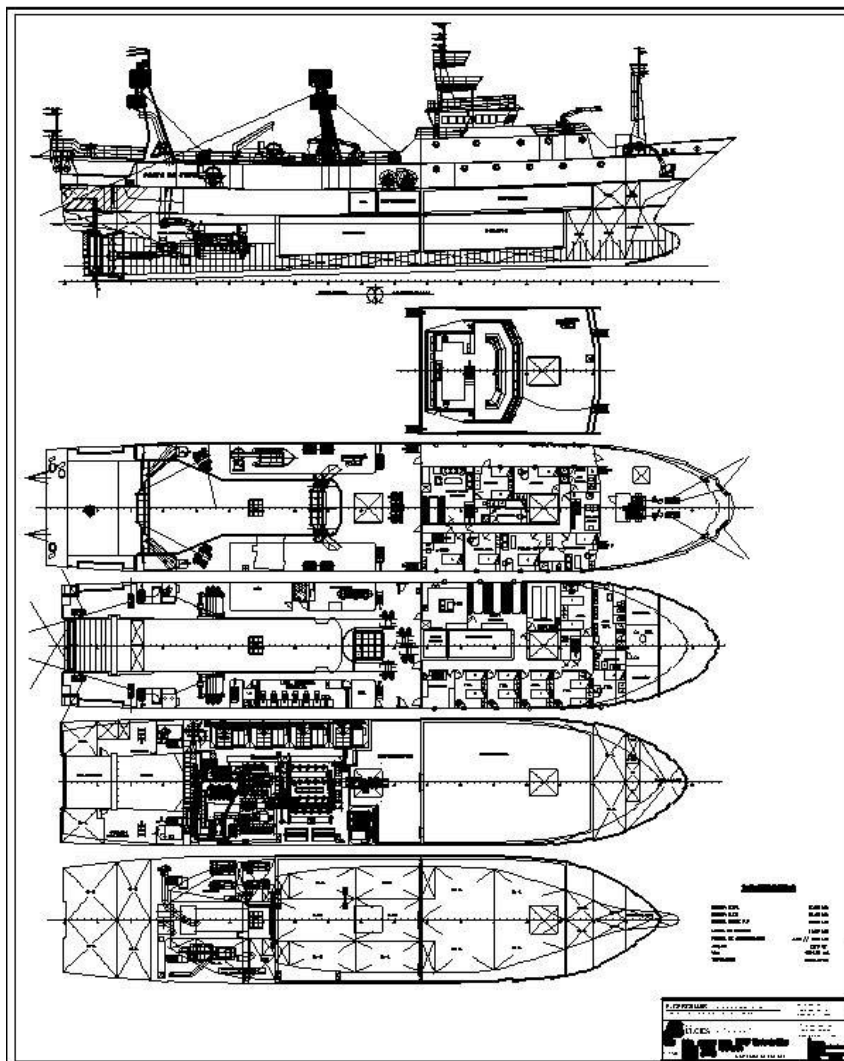
Eslora Pp: **50,50 m**

Manga: **11,50 m**

Arqueos: **1276 G.T.**

**Descripción :**



[Volver](#)



© Foto: Frode Adolfsen | Publicado: 03/09/2014

**Doggi**

TIPO: Trawler

ID PESCA.: FH 17

OMI: 9233117

DISTINTIVO DE LLAMADA: Llia

BANDERA: Noruega Puerto de matrícula:  
HammerfestMMSI no.: 257247000 [Rastreador Vessel Posición](#)

Última actualización: 13/3/2014

Dibujo

[Otra foto del depósito \(s\)](#)[Foto Shipspotting \(s\)](#)

Empresa	Nombre	Tipo Propietario	Nación
	<a href="#">Havfisk ASA</a> <a href="#">Hammerfest Industrifiske A / S</a>	Propietario Gestión Propietario	Noruega Noruega

Diseñador	<a href="#">Kverndokk y Eldøy Como</a>
-----------	----------------------------------------

Construido	Año: 2001 Mes: 4 Día: 27 Yard: <a href="#">Metalships y muelles SA</a> Yard no.: 260 Material del casco: Acero
Tipo del casco	Descripción A largado Proa de bulbo
	Año Mes Empresa 2002 Trondheim Verft Como

Clase	Clase DNV-22584	Descripción	1 A1 ICE-C popa TrawlerHull cumple con ICE-1B
-------	--------------------	-------------	-----------------------------------------------

Tonelajes	GT: 691 NT: 267 mdwt: 0
-----------	-------------------------

Dimensiones	Indicaciones principales	Medidores	Pies	Descripción
	Longitud oa	39,79	130,54	
	Longitud pp	35,84		
	Manga (MLD)	10,5	34,45	
	Profundidad (MLD)	6,71	22,01	
	Calado	6,3	20,67	

Motores	total Bhp.: 2.500 Kw Total.: 1840 Nudos: 11 Velocidad / Consumo: 11-13 kn							
	Tipo Hacer	No	BHP	KW	RPM	Año	Constructor	
	Principal <a href="#">MaK 6M25</a>	1	2500	1840	750	2000		
	Aux <a href="#">Volvo Penta TAMD162C</a>	2	483	360	0	0		

Capacidades	Hold: 2				
	Tipo	Descripción	Medida	Descripción	
	La capacidad de carga	Congelador Hold	428 M3 15.123 pies cúbicos		
	La capacidad del contenedor	Diesel Oil	135 m3		
		Agua Dulce	25 m3		
		Alojamiento, Crew	15		
	Tipo	Descripción			
	Congelador	20 t / d			

Equipo	Grupo	Tipo	Descripción	Hacer
	Equipos auxiliares	Generador	2x 450 kVA	<a href="#">Stamford HCM 534 C</a>
		Congeladores de placas	4 vertical, horizontal 2	
		Generador de eje	1x 780 kW	<a href="#">Stamford</a>
	Manejo de carga	Grúa	1x 3 T/12 m	<a href="#">Dreggen</a>
		Cabestrante de arrastre	2x 24 t	<a href="#">Rolls-Royce</a> <a href="#">Brattvaag 63.024 DM</a>
	Engranaje de la cubierta	Copo winch	7,5 t tirón	<a href="#">Rolls-Royce</a> <a href="#">Brattvaag</a> <a href="#">DMM22 ñ07</a>

2/4/2014

## Dato del buque

	Gilson winch	2x 14 t	<a href="#">Rolls-Royce Brattvaag DMM41.014</a>
	Sweepelinewinch	4x 9 t	<a href="#">Rolls-Royce Brattvaag DSM22.009</a>
Fábrica	Planta procesadora		<a href="#">Fodema MMC</a>
Pesca	Tambor de red	14.4 m3, 2x 24 t	<a href="#">Rolls-Royce Brattvaag M63.017</a>
Navegación	Sistema de monitoreo de la red barredera		<a href="#">Scanmar</a>
	Piloto automático		<a href="#">Anschütz Pilotstar D</a>
	Ecosonda		<a href="#">Simrad EQ 55 SA</a>
	Navegador satelital GPS		<a href="#">Simrad ES 60</a>
Propulsión			<a href="#">FURUNO GP-80</a>
			<a href="#">Furuno GR-80 dGPS</a>
	Girocompás		<a href="#">Anschütz ST 20</a>
	Radar		<a href="#">Furuno FR-2125</a>
	Hélice de proa	200 kW	<a href="#">Furuno FR-22135S</a>
	Engranaje		<a href="#">Brunvoll</a>
	Hélice	cp, 4 bl. en la boquilla, diam. 3 m	<a href="#">Scana Volda ACG 600H</a>
	Timón		<a href="#">Scana Volda CP68 / 4</a>
	Aparato de gobierno		<a href="#">Barkemeyer</a>
			<a href="#">Tenfjord</a>

Nombre anterior (s)	Nombre anterior	Año
	Soløyvåg	2007

Datos históricos	<a href="#">Los antiguos propietarios</a> <a href="#">Otros datos históricos</a>
------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

© 2012 Envío de Publicaciones  
 POBox 43 Sentrum, N-3251 Larvik, Noruega  
 Teléfono +47 331 81180  
 Mail: [info@shipping-publ.no](mailto:info@shipping-publ.no)

CONTACTO

# Pesca en Galicia

## Astilleros Armón

### Buque arrastrero congelador FAKIR "V-037"

Entre las características principales del buque Fakir V-037 destacamos: Eslora total 53,85 m (aprox.); eslora entre perpendiculares 42,00 m (aprox.); manga de trazado 11,00 m; puntal de construcción a la cubierta castillo 9,10 m; puntal de construcción a la cubierta superior 6,80 m; puntal de construcción a la cubierta principal 4,40 m.

Volumen de las bodegas 525 m<sup>3</sup> (aprox.); volumen de los entrepuentes de carga 200 m<sup>3</sup> (aprox.); capacidad de congelación 30 Ton/día en 3 túneles + 8 Ton/día en 1 Armario.

Volumen neto de los tanques de combustible 500 m<sup>3</sup> (aprox.); volumen neto de los tanques de agua dulce 20 m<sup>3</sup> (aprox.); volumen neto de los tanques de aceites 12 m<sup>3</sup> (aprox.); volumen neto de los tanques de lastre 40 m<sup>3</sup> (aprox.).

Tonelaje de Registro Bruto 560 T.R.B: Tonelaje de Arqueo Bruto 942 G.T; tripulación 26 hombres.

#### Clasificación:

**RINA 100 A1.1 - IL - PES - I D**

#### Materiales

Casco y superestructuras: acero calidad naval A. Puente: aluminio naval.

#### Cubiertas

Parque de pesca: Spray Guard.

Superior entre amuradas de pesca: madera de elondo de 70 mm

Superior por exterior de amuradas de pesca: Spray Guard

Cta.castillo a la intemperie: Spray Guard

Cta.puente a la intemperie: Spray Guard

#### Maquinaria principal

\*Un motor propulsor marca MAK tipo 6M25-P; arranque neumático.

\*Un reductor marca ZF modelo



W43100 NR con reducción de 4,957:1, con 2 tomas de fuerza K71 sin embrague (para los alternadores de cola).

\*Línea de ejes de paso variable BALIÑO-KAMEWA modelo 72KS/4 tipo 360B, con unidad hidráulica (dos bombas electrohidráulicas de 2,5 kW) y sistema de control remoto electrónico (sólo paso).

\*Hélice de 4 palas orientables, Δ3.200 mm, Ni-Al-Bronce

\*Bocina: casquillos y cierres CEDERVALL

\*1 Grupo electrógeno formado por: un motor diesel marca VOLVO PENTA modelo D30A-MS HE de 595 kW a 1.500 r.p.m. + alternador LEROY SOMER de 700 kVA.

\*1 Grupo de puerto con motor diesel marca VOLVO PENTA modelo TAMD-74 RC de 150 kW a 1.500 r.p.m. + alternador LEROY SOMER de 170 kVA.

\*2 Alternadores de cola marca LEROY SOMER de 945 kVA.

1 Timón articulado con flap incorporado; 1 Servotimón hidráulico NUÑEZ VIGO de 4,5 ton¥m, 2¥7,5 CV; 1 Depuradora de combustible ALFA LAVAL modelo MAB-104 de 2.000 litros/h; 1 Depuradora de aceite ALFA LAVAL modelo MAB-104 de

500-700 litros/h (con aceite); 1 Separador de sentinas marca FACET de 0,5 m<sup>3</sup>/h.; 2 Potabilizadoras por evaporación marca AQUAMAR modelo AQ-5/6A de 5.000 litros/día; 1 Esterilizador por rayos UV modelo AQUADA 4 PROXIMA de 4 m<sup>3</sup>/h; 1 Calentador de aceite HRC-12 de 9 kW, con pieza de salida; 1 Sistema generador de hipoclorito marca CLOROMAR modelo 882 de 250 m<sup>3</sup>/h; 2 Electrocompresores de aire marca ABC modelo VA-7-E-PC, refrigerados por agua, a 30 bar y de 5,5 CV; 1 Planta de tratamiento de aguas negras y grises marca FACET modelo STP-2/0021, con sistema de vacío integrado.

Las bombas han sido suministradas por Bombas Azcue, las maquinillas por Ibercisa y las grúas hidráulicas telescópicas de Toimil.

#### Instalación frigorífica (Kinarca)

A) Mantenimiento de bodegas y entrepuentes a -25°C, congelación de 30 ton/día (7,5 ton/día/túnel) en cuatro túneles, congelación de 8 ton/día en un armario doble de congelación de 810 kg/ciclo (instalación prevista para instalar otro armario igual en el futuro congelando 16 ton/día entre los dos armarios), R-404:

B) Gambuza de frescos a 0°C y gambuza de congelados a -18°C (R-404a): una unidad con compresor BITZER tipo IV con motor eléctrico de 5,5 CV, condensador, electrobomba, evaporadores, cuadro eléctrico, etc.

C) Aire acondicionado (R-404a): una unidad climatizadora de 33.000 kcal/h, ventilador de 4.000 m<sup>3</sup>/h, batería calorífica de 16 kW (en dos etapas), con compresor abierto BITZER 4T.2Y de 15 CV, condensador horizontal, electrobomba, cuadro eléctrico, etc.





[Quienes Somos](#) [Servicios](#) [Trabajos realizados](#) [Noticias](#) [ISO 9001:2008](#) [Contacto](#)



Trabajos

Tipo trabajo

FOLIAS (2004) - FAKIR (2005)

Tipo trabajo: **Pesqueros Arrastreros**

Eslora Total: **53,85 m.**

Eslora Pp: **42,00 m.**

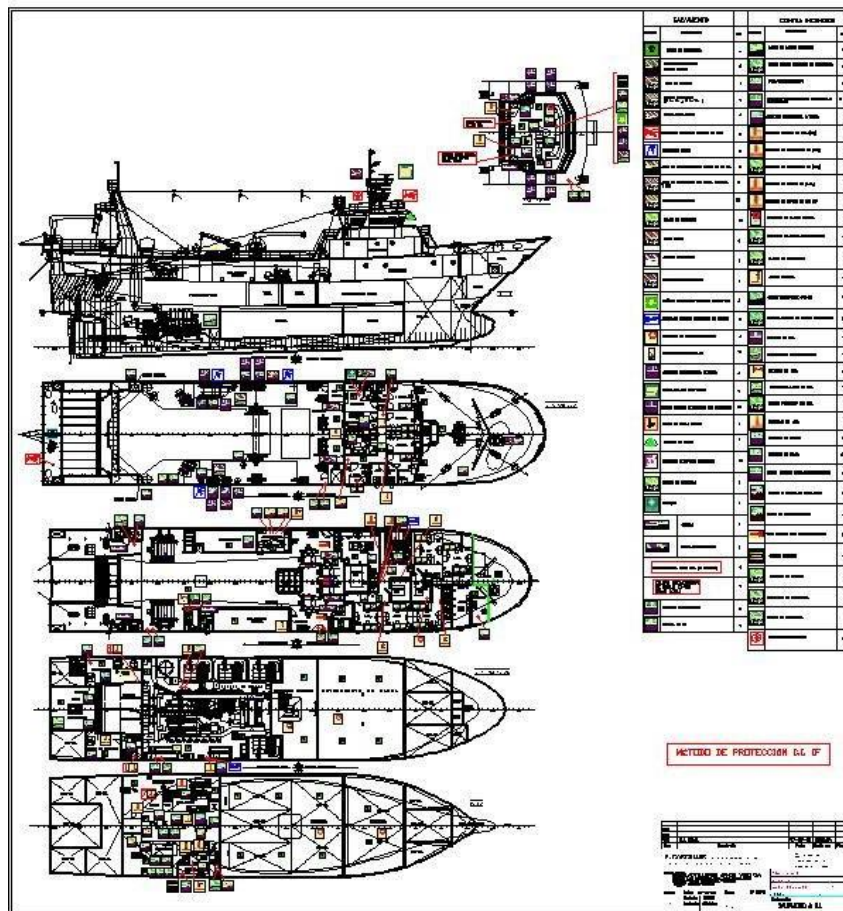
Manga: **11,00 m.**

Puntal: **4,40 m.**

Arqueos: **943 GT/ 560 TRB**



**Descripción :**



[Volver](#)



[Quienes Somos](#) [Servicios](#) [Trabajos realizados](#) [Noticias](#) [ISO 9001:2008](#) [Contacto](#)



Trabajos

Tipo trabajo



MONTE MEIXUEIRO (2004)

Tipo trabajo: **Pesqueros Arrastreros**

Eslora Total: **62,50 m.**

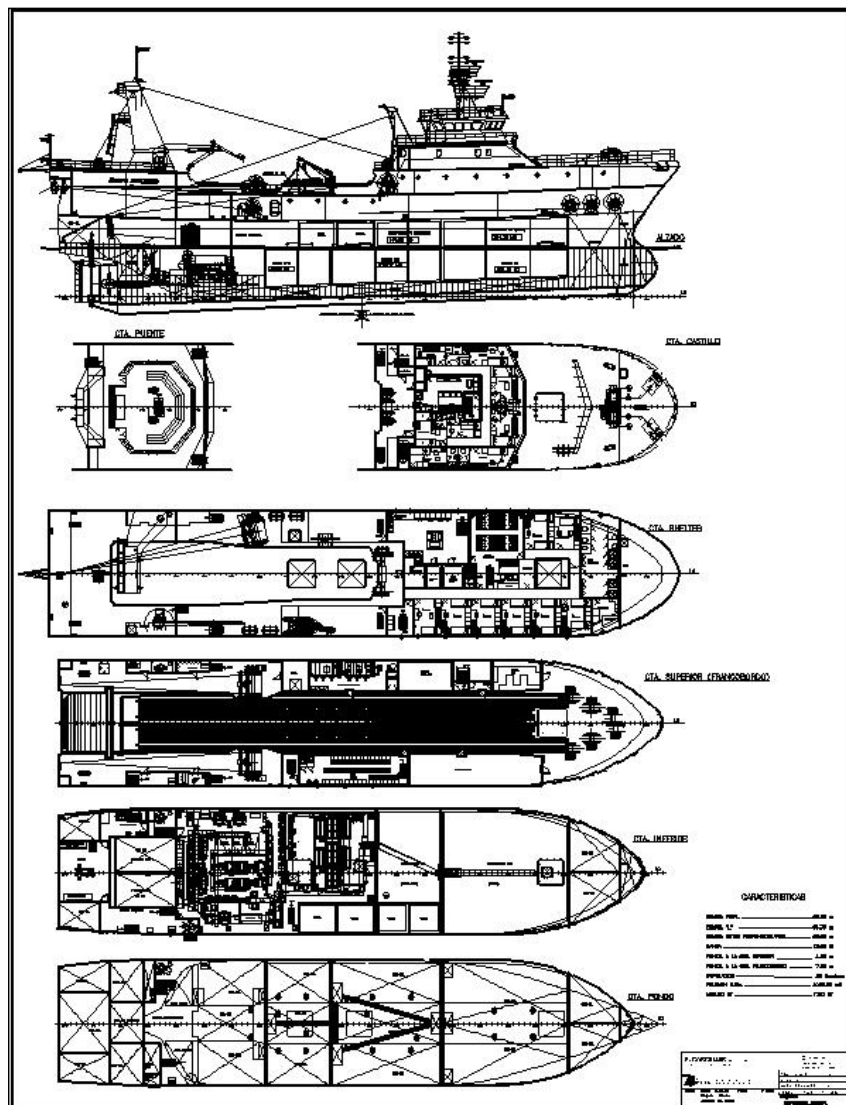
Eslora Pp: **55,50 m.**

Manga: **12,50 m.**

Puntal: **4,90 m.**

Arqueos: **1.790 GT7 973,12 TRB**

**Descripción :**



Volver





**Arrastrero ártico de 67,5 m de E total y 1.400 m<sup>3</sup> de capacidad de bodegas, de Construcciones Navales Freire para Ice Trwl Greenland, A.S.**

La más reciente entrega del astillero vigués Freire es, por muchos motivos, un buque realmente extraordinario. El Nataarnaq, construcción Nº438 para la firma Ice Trawl Greeland, A.S., de Groenlandia es un arrastrero proyectado, construido y equipado para la pesca de camarón y fletán faenando en las durísimas condiciones árticas, entre hielos y con olas de gran altura. Para ello el buque cumple las más altas exigencias de la sociedad de clasificación, tanto en el casco (con chapa de hasta 70 mm de espesor en el bulbo de proa, que le permite navegar como un auténtico rompehielos) como en la maquinaria, con una notación de clase especial.

**Características Principales**

- Eslora total 67,50 m
- Eslora entre pp 60,00 m
- Manga de trazado 14,50 m
- Puntal a Cbta. Principal 6,20 m
- Puntal a Cbta. de Arrastre 9,20 m
- Puntal a Cbta. Castillo 11,80 m
- Calado de trazado 6,10 m
- Arqueo 2.815 GT
- Capacidad de bodega 1.401 m<sup>3</sup>
- Capacidad de congelación 70 t/24 h
- Capacidad de combustible 839 m<sup>3</sup>
- Potencia propulsora 4.860 kW
- Velocidad en pruebas 14,00 nudos
- Autonomía 10.000 millas
- Tripulación 35 personas
- Clasificación DNV
- X 1A1 Stern Trawler,
- ICE 1B (for the propulsion machinery
- EO Hull ICE 1<sup>a</sup>+\*
- inc. rudder arrang. and steering gear
- Reglamentos Administración Danesa (Bandera de Groenlandia)





### **Arrastrero congelador de 40 m $L_{pp}$ y 414 m<sup>3</sup> de bodega "Nordtind" de Astilleros Gondán para Havfisk A/S**

A lo largo de este mes de Febrero han tenido lugar las pruebas oficiales y entrega del buque Nordtind. Se trata de un arrastrero congelador de 40 metros de eslora entre perpendiculares y 414 m<sup>3</sup> de capacidad de bodegas, construcción n.º 414 de Astilleros Gondán para la firma armadora noruega Havfisk A/S, controlada por el prestigioso grupo alimentario Norwegian Seafoods.

El nuevo Nordtind que aquí se describe es, por tanto, el cuarto arrastrero que construye Astilleros Gondán para armador noruego. Pero no va a ser, desde luego, el último. Puede decirse, por el contrario que su bien ganado prestigio internacional, confirmado con la muy satisfactoria culminación de este encargo, mantiene abiertas al astillero asturiano las puertas de este mercado, donde solo pesqueros de la máxima calidad tienen cabida.

### **Características Principales**

- Eslora total 44,90 m
- Eslora entre pp 40,00 m
- Manga 10,20 m
- Puntal a Cbta. Principal 4,40 m
- Puntal a Cbta. Superior 6,65 m
- Calado máximo 4,80 m
- Peso muerto 485 tpm
- Tonelaje bruto 699 GT
- Potencia propulsora 1.800 kW
- Régimen motor/hélice 750/165 rpm
- Velocidad máxima 12,60 nudos
- Velocidad en servicio 12 nudos
- Tripulación 17 personas
- Clasificación DNV + 1A1 "EO" Stern Trawler ICE C



# ASTILLEROS ZAMAKONA, S.A.

## SHIPYARD

### MID WATER TRAWLER

**536 "OCEAN QUEST"**

**537 "OCEAN VENTURE"**

Designer: Vik-Sanvik  
Classification: Det Norske Veritas  
Notation: +1A1 FISHING VESSEL



#### MAIN CHARACTERISTICS:

Length o.a.	61,50 metres
Beam, moulded	13,20 metres
Depth <sub>1</sub>	5,70 metres
Depth <sub>2</sub>	8,15 metres
Design draft	7,00 metres
Crew	14 men

#### PROPULSION

Main engines	MAK
Type	12M32
Output	7.830 BHP
R.P.M.	720
Main Propellers	Package VOLDA
Gearbox, shafting and variable pitch propeller	
Side Thrusters	2 Brunvoll 900 HP

#### DECK MACHINERY

Fishing gear	Karmoy
Deck cranes	(2) Karmoy

#### TANK CAPACITIES:

Fish tanks	1.400 m <sup>3</sup>
Fuel oil	465 m <sup>3</sup>
Fresh water	59 m <sup>3</sup>
Lubrication oil	8 m <sup>3</sup>

#### AUXILIARY GENERATING SETS

Diesel engines	CATERPILLAR
Main generator	3412 TA
Harbour generator	3304 T
Alternators	CATERPILLAR
Output main generator	1 x 590 kW.
Output harbour generator	1 x 105 kW.
R.P.M.	1.800
Shaft alternator	AEM
Output	2.000 kW.

#### MISCELLANEOUS

RSW Refrigeration plant	
Output	1.400.000 Kcal/h.
Sewage plant	
Bilge water separator	
Vacuum system	MMC AS

ASTILLEROS ZAMAKONA, S.A.  
Puerto Pesquero, s/n.  
P.B.: 24  
48980 SANTURCE – VIZCAYA – SPAIN

Tel.: (34) 94 461 82 00 / (34) 94 493 70 30  
Fax: (34) 94 461 25 80  
E-mail: zamakona@zamakona.com  
<http://www.astilleroszamakona.com>



Yard No. 51

M.F.V. «**PAULA**»

194 FEET TRAWLER



DESIGN: VIK & SANDVIK SKIPTEKNISKE KONSULENTER A/S, 5419 FITJAR, NORWAY. FOTOGRAF: EGIL KORSNES

**Main dimensions:**

Length over all	59,20 m
Length betw. perp.	51,60 m
Breadth mld.	12,00 m
Depth to 1st deck	8,00 m
Depth to 2nd deck	5,50 m
Design draft	7,00 m

**Class:**

DNV + 1A1 Fishing Vessel and acc.  
to DOM rules for fishing vessel.

**Main Engine:**

Caterpillar type 3612, 3460 Kw (3700 Hp)  
Volda gear type ACG 86 / 750

**Speed:** 16,0 kn. (ballast cond.)

**Cooling:** RSW 2558 Kw (2.200.000 Kcal/h)

**Capacities**

Fish hold appr.	1430 cu.m.
Fuel oil appr.	430 cu.m.
Fresh water appr.	75 cu.m.

**Aux engines:**

One Caterpillar type 3508 TA, 760 Kw  
at 1800 rpm, 894 KVA, 440 V, 60 Hz.  
One Caterpillar type 3412 T, 467 Kw  
at 1800 rpm, 435 KVA, 440 V, 60 Hz.  
One Caterpillar type 3306 TA, 184 Kw  
at 1800 rpm, 206 KVA, 440 V, 60 Hz.

One shaft generator Leroy Somer type  
LSA 52L9, 1600 KVA, 440 V, 60 Hz.

**Thrusters:**

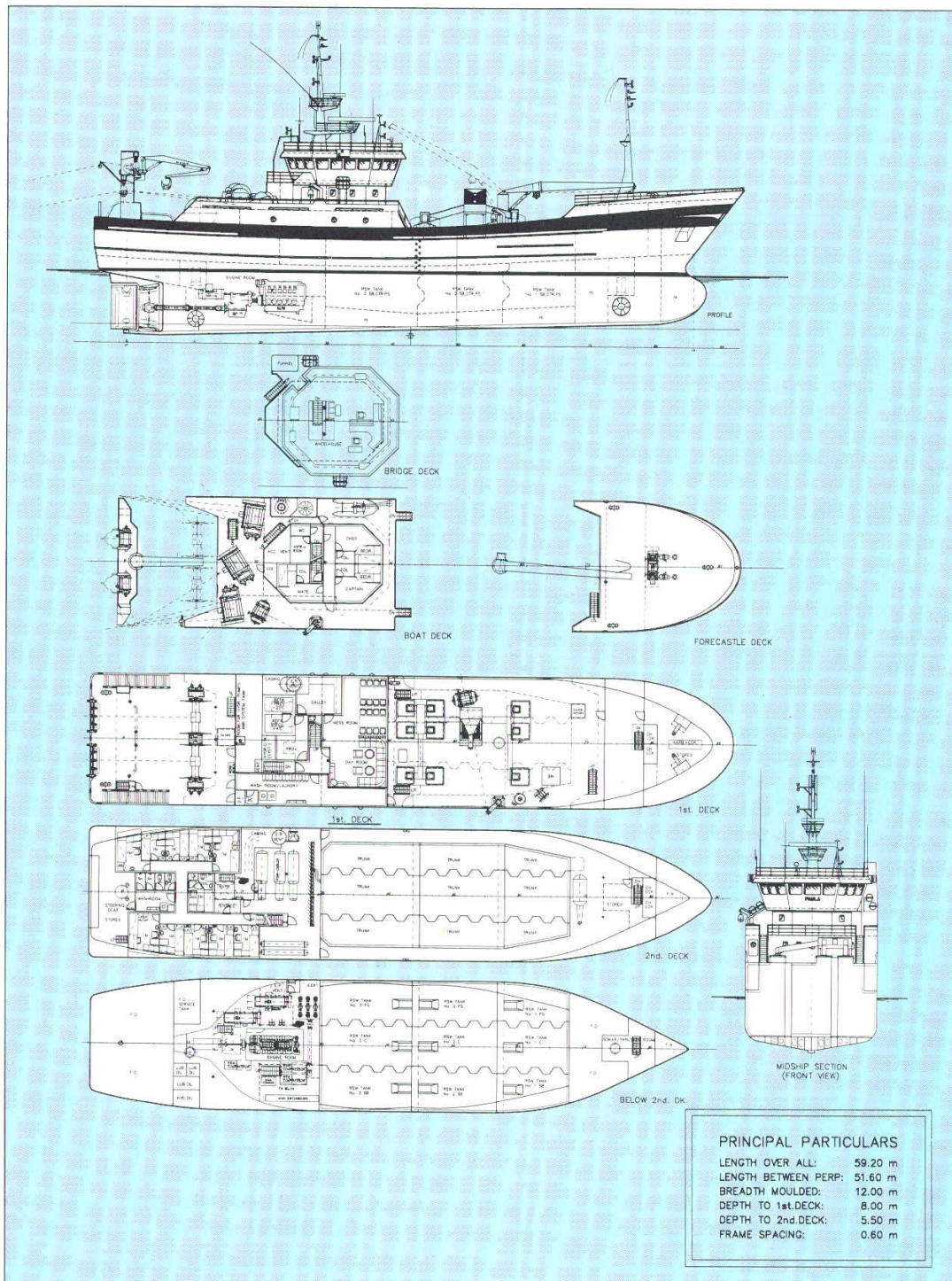
Two Brunvoll FU-45-LTC-1375-575 Hp

**Vacuum Pump:** Two MMC HT 3500



**AS Eidsvik Skipsbyggeri**





For more informations and quotation, contact us today



# AS Eidsvik Skipsbyggeri

CONSTRUCTIONS – REPAIRS – MECHANICAL WORKSHOP

5463 USKEDALEN, NORWAY

Telephone + 47 53 48 25 00. Telefax + 47 53 48 25 01.



© Foto: Roger Solem | Publicado: 31/01/2014

**Rypefjord**

TIPO: Trawler

ID PESCA.: FH 174

OMI: 9200160

DISTINTIVO DE LLAMADA: Liit

BANDERA: Noruega Puerto de matrícula:  
HammerfestMMSI no.: 257554600 [Rastreador Vessel Posición](#)

COMUNICACIÓN:

Teléfono Móvil 977 73 729

Última actualización: 02/06/2014

Dibujo

[Otra foto del depósito \(s\)](#)[Foto Shipspotting \(s\)](#)

Empresa	Nombre	Tipo Propietario	Nación
	Havfisk ASA Hammerfest Industrifiske A / S	Propietario Gestión Propietario	Noruega Noruega

Diseñador	Atlantconsult Marina Como
-----------	---------------------------

Construido	Año: 2001 Mes: 1 Patio: <a href="#">Gondan SA, Astilleros - Figueras</a> Yard no.: 414	Material del casco: Acero
Tipo del casco	Descripción	Año Mes Empresa
Mejorado		2003
Proa de bulbo		

Clase	Clase	Descripción
	DNV	1 A1, Stern Trawler, Hielo C, E0,

Tonelajes	GT: 699 NT.: 236 mdwt.: 485
-----------	-----------------------------

Dimensiones	Indicaciones principales	Medidores	Pies	Descripción
	Longitud oa	44,95	147,47	
	Longitud pp	40,22		
	Manga (MLD)	10,2	33,46	
	Profundidad (MLD)	6,65	21,82	
	Calado	4,8	15,75	

Motores	Bhp Total.: 2.448 Kw Total.: 1.826 nudos: 13 Velocidad / Consumo: 13 kn 7 m3/día	
Tipo	Hacer	No BHP KW RPM Año Constructor
Principal	<a href="#">MaK 6M25</a>	1 2448 1826 750 2000
Aux	<a href="#">Mitsubishi S6A3-MPTA</a>	2 625 466 0 2000

Capacidades	Hold: 1		
Tipo	Descripción	Medida	Descripción
La capacidad de carga	Congelador Hold	100 M3 3.533 pies cúbicos	1x ca.
	Chaquetón	325 M3 11.484 pies cúbicos	ca.
La capacidad del contenedor	Diesel Oil	189,96 m3	
	Lub Petróleo	11,3 m3	
	Agua	45 t	
Tipo	Descripción		
Temperatura	-30 ° C		

Equipo			
Grupo	Tipo	Descripción	Hacer
Equipos auxiliares	Generador	2x 460 kW	<a href="#">Stamford HCM 534E2</a>
Manejo de carga	Grúa	1x 3.3 t 12 m	<a href="#">ABAS</a>
	Equipos de fábrica		<a href="#">Fodema MMC</a>
	Máquina de hielo	10 t / d	<a href="#">Midt-Troms/Finsam</a>
			<a href="#">Mirt-Troms</a>

2/4/2014

2014

		Dato del buque	
Reperto / Equipo de Pasajeros	Planta Reefer	18 t / d	<a href="#">Kjøleservice</a>
	Cabestrante de arrastre	1x 35 t pull, alambre de 28mm 3000m	<a href="#">Ulstein Brattvaag</a>
		2x tire 17.9/29 t 1/2 capa	<a href="#">Ulstein Brattvaag</a>
	Winches	1x distancia 8,7 t a cabo	<a href="#">Ulstein Brattvaag</a>
		2x 14 t Gilson	<a href="#">Ulstein Brattvaag</a>
Pesca	Ventanas	1x 8,7 t copo	<a href="#">Ulstein Brattvaag</a>
		4x 8,7 t sweepline	<a href="#">Ulstein Brattvaag</a>
		Auto-arrastre	<a href="#">Ulstein Brattvaag</a>
Navegación	Sonda Net		<a href="#">Synchro 3030</a>
	Piloto automático		<a href="#">Simrad ITI</a>
	Ecosonda		<a href="#">Anschütz Pilotstar D</a>
	Navegador satelital GPS		<a href="#">Simrad</a>
			<a href="#">Furuno GP-30</a>
	Girocompás		<a href="#">FURUNO GP-80</a>
	Loran C		<a href="#">Anschütz</a>
	Navtex		<a href="#">Furuno LC-90 MkII</a>
	Radar		<a href="#">Furuno NX-500</a>
			<a href="#">Furuno FAR-2835S</a>
Propulsión	Sonar		<a href="#">Furuno FR-2115</a>
	Engranaje	4.55:1	<a href="#">Simrad 570</a>
			<a href="#">Scana Volda ACG 75/600</a>
	Hélice	<a href="#">cp, 4-bl, diámetro 3 m, Dyse</a>	<a href="#">Scana Volda</a>
	Timón		<a href="#">Becker SA 1850/180F1</a>
	Aparato de gobierno		<a href="#">Tenfjord</a>

Nombre anterior (s)	Nombre anterior	Año
	Skaidi	2013
	Nordtind	2003

Datos históricos	<a href="#">Los antiguos propietarios</a>
------------------	-------------------------------------------

© 2012 Envío de Publicaciones  
POBox 43 Sentrum, N-3251 Larvik, Noruega  
Teléfono +47 331 81180  
Mail: info@shipping-publ.no

CONTACTO





# ASTILLEROS GONDAN

## SHIPBUILDERS



### FREEZER STERN TRAWLER "SUNDERØY"

OWNER: MYRE HAVFISKE AS

DESIGNER: NVC - ROLLS ROYCE MARINE AS

#### MAIN PARTICULARS:

Length o.a.	56.20m.
Length b.p.	49.20 m.
Beam	14.00 m.
Depth	5.60 m.
Draught	6.00 m.
Main Engine	R.R. MARINE BERGEN 4.500 kW 750 r.p.m.
Winches	R.R. MARINE BRATTVAAG AC Electrical driven winches through frequency converters

#### MAIN PARTICULARS:

Speed	16 Kn.
Accommodation	26 men
Delivered	2004

#### CAPACITIES

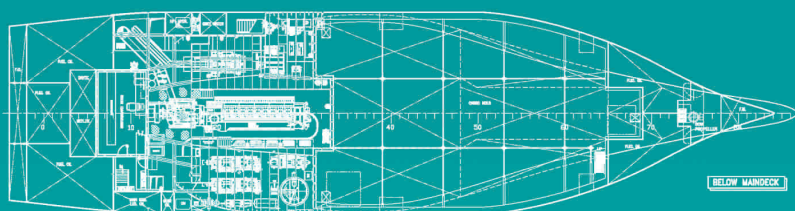
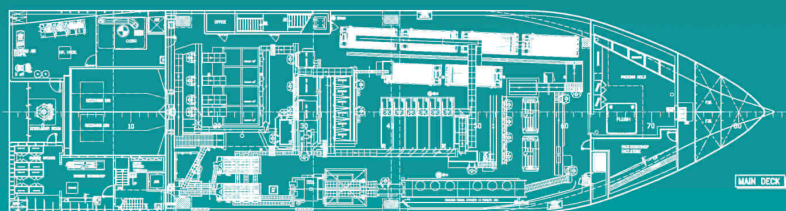
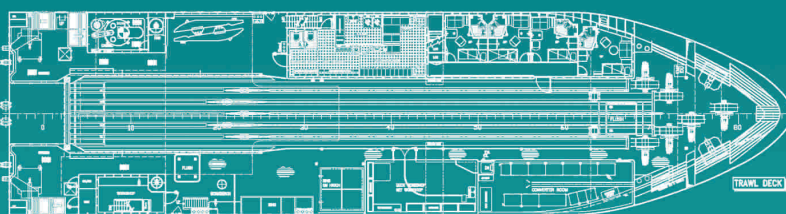
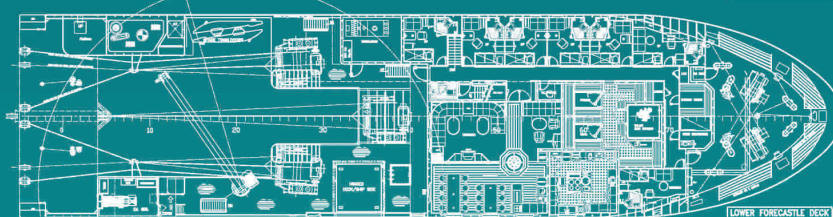
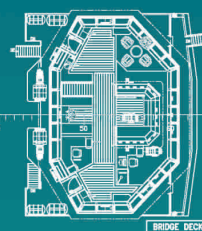
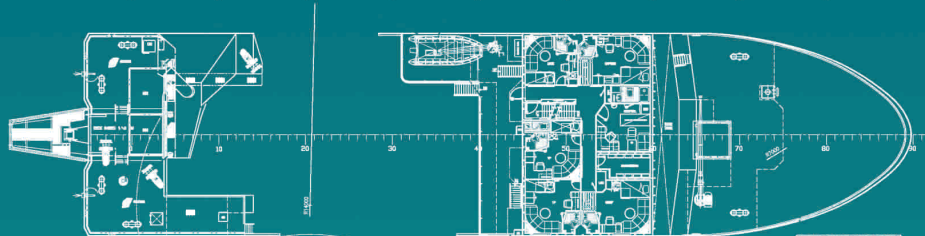
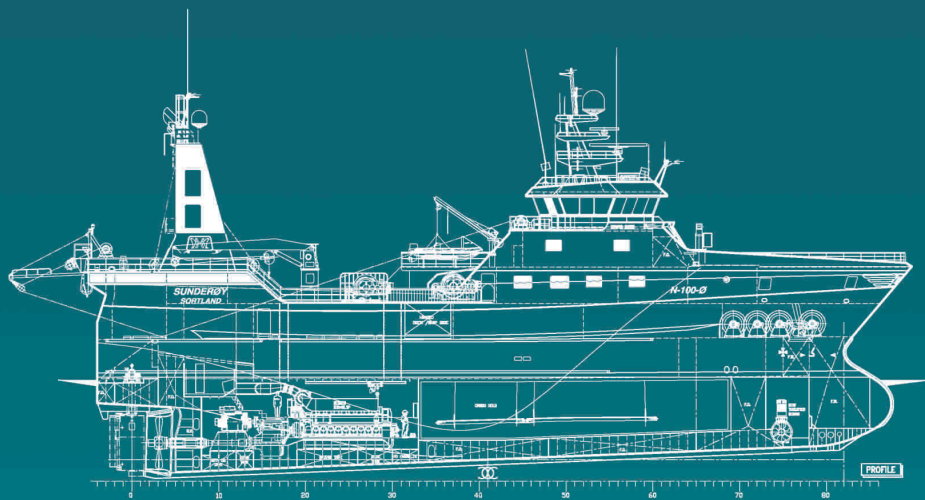
Fish Hold	873 m <sup>3</sup>
Diesel oil	515 m <sup>3</sup>
Fresh water	112 m <sup>3</sup>

Telephone +34-985 636 250 Fax +34-985 636 298 e-mail: [gondan@gondan.com](mailto:gondan@gondan.com)  
[www.gondan.com](http://www.gondan.com)

SUNDERØY



# ASTILLEROS GONDAN



## MAIN PARTICULARS:

LENGTH OVER ALL	APPR.: 58,30 M
LENGTH BETWEEN P.P.	48,25 M
BREADTH M/LD.	14,00 M
DEPTH TO MAIN DECK	5,85 M
DEPTH TO TRAWL DECK	9,30 M
SCANTLING DEPTH	6,00 M
FRAMESPACING	600 MM

## CAPACITIES:

FUEL OIL	APPR.: 500 CUM
FRESH WATER, INCL. FOREPEAK	APPR.: 100 CUM
VOLUME CARGO HOLD	APPR.: 750 CUM
VOLUME PACKING HOLD	APPR.: 35 CUM
VOLUME RECEIVING BINS	APPR.: 50 CUM

ACCOMMODATION: 16 CABINS (20-PEPS) + HOSPITAL

SUNDERØY



## Arrastrero al fresco de 39 m de Et "Ur Ertza" Construido en Galicia para armador vasco



**39-m Stern Trawler "Ur Ertza",  
Built in Galicia for a Basque Owner**

**E**l pasado mes de octubre Atileros Barreras entregó su construcción 1.631, el *Ur Ertza*, al armador vasco Urondo. Se trata de un arrastrero al fresco por popa de 39 m de eslora total, preparado para el procesado de la pesca, con enfriamiento a 0 °C en hielo líquido y posterior almacenamiento en las bodegas. Dispone de alojamientos para una tripulación de hasta 14 personas, alojadas en cuatro camarotes individuales, tres camarotes dobles y uno cuádruple.

El buque, con todo su equipo y maquinaria, ha sido construido de acuerdo con las Reglas y bajo la Supervisión e Inspección de la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas para alcanzar la Cota \*Hull, Mach Fishing Vessel Unrestricted Navigation.

### Maniobra de pesca y equipo de cubierta

El *Ur Ertza* está equipado con todos los elementos necesarios para efectuar la maniobra de pesca para la que ha sido diseñado, habiéndose instalado los siguientes equipos de la firma noruega Rapp Hydema:

- Dos maquinillas de arrastre con capacidad para 2.955 m de cable 28 mm. Incluyen freno de accionamiento hidráulico con liberación eléctrica durante el arrastre automático y disponen de accionamiento mediante dos motores hidráulicos y sistema de con-

**A**stillers Barreras delivered its Newbuilding No. 1631, the *Ur Ertza*, to Basque owner company Urondo last October. This is a 39-m fresh-fish stern trawler, prepared to process the catch, chill it down to 0° C employing flow ice, and store it in holds.

*The Ur Ertza and all of its equipment and machinery was built according to the Rules and under the supervision of Bureau Veritas to class + Hull, Mach Fishing Vessel Unrestricted Navigation.*

*The vessel is equipped with all the elements necessary to carry out the fishing operations for which it was designed. For that purpose, the following machinery from the Norwegian firm Rapp Hydema was installed:*

- Two trawl winches with capacity for 2955 m of 28-mm line
- Four net drums each driven by a hydraulic motor
- Two auxiliary winches each driven by a hydraulic motor

*The chilling and cold storage plant was supplied by Kinarca. The ship has two cold-storage holds, of a 140 m³ and 40 m³ capacity, respectively. The hold lining and insulation, of materials suited to keeping the temperature at 0° C, was supplied by Aister.*







tol remoto desde el puente de gobierno.

- Cuatro tambores de red con unidad de accionamiento de dos motores hidráulicos y sistema de control remoto desde el puente de gobierno.
- Dos maquinillas auxiliares con dos motores hidráulicos. Disponen de control remoto eléctrico desde el puente.

El *Ur Ertza* incluye, además, dos grúas electrohidráulicas de 985 kg y 11,4 m, con un cabrestante de 2175 Kg, de Lantek Hidráulica.

A popa del buque se ha instalado un pórtico con dos pastecas de arrastre móviles. A proa de este pórtico va un palo bípode para jarcias y maniobra de embarque de la pesca, por el que van las salidas de los gases de escape del motor principal y auxiliar.

### Manipulación y conservación de las capturas

Toda la instalación frigorífica corrió a cargo de Kinarca. El buque incluye dos bodegas para conservación con unas capacidades de 140 m³ y 40 m³. El forrado y aislamiento de las bodegas fue realizado por Aister, con material

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Eslera total	39,00 m
Eslera entre pp	30,60 m
Manga de trazado	8,80 m
Puntal a la cbta ppal	3,80 m
Calado	3,25 m
Registro Bruto	387 GT
Potencia propulsora	1x500 bhp a 1.000 rpm
Tripulación	14 personas
Clasificación	Bureau Veritas

### CAPACIDADES

Volumen bajo cubierta	605,4 m³
Bodegas (2)	190 m³
Combustible	100 m³
Aceite lubricante	2 m³
Aceite hidráulico	3 m³
Aceite dulce potable	11 m³

adecuado para mantener las mismas a 0°C.

La temperatura de 0°C/2°C en las bodegas para conservación de la pesca ya subenfriada en el pantano se obtiene en base a la circulación de hielo líquido por serpentines.

La planta frigorífica principal utiliza como refrigerante R-507 y está formada por:

- Un compresor semihermético de 21,2 KW, diseñado para una temperatura

de evaporación de -12 °C y una temperatura de condensación de +40°C. Incluye un motor de 12,5 kW trabajando a 1.450 rpm.

- Un condensador de agua de mar con tubos de cuproníquel, de ejecución horizontal, con una capacidad de disipación de 32 KW.
- Bomba centrífuga horizontal de 12,5 m³/h y 15 mca.
- Un generador de hielo líquido de 2 t/día (agua salada) para una temperatura del hielo líquido de -2/-3 °C.
- Un depósito de hielo líquido construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, dotado de un agitador para homogeneizar la mezcla.
- Serpentines para las bodegas.
- Cuadro eléctrico con todo el control de los motores.

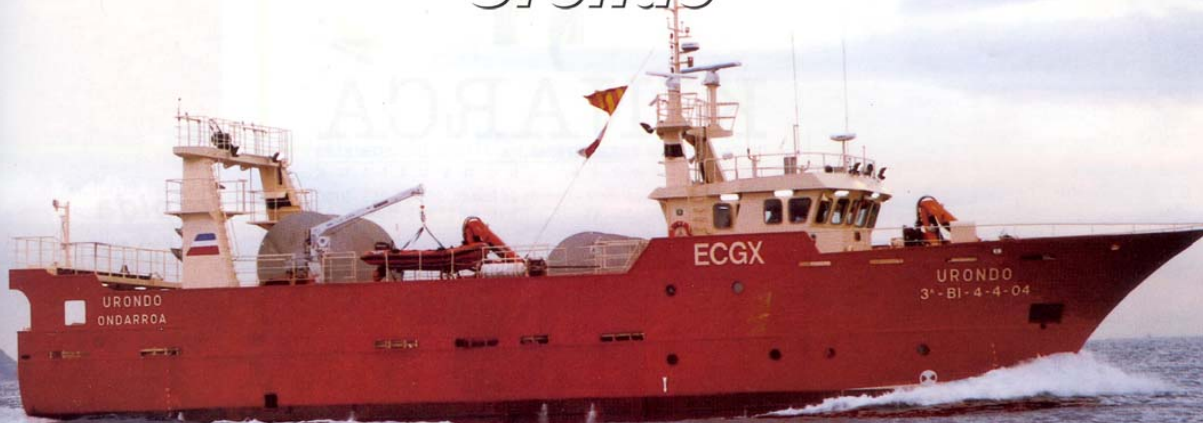
Se ha instalado una máquina de producción de hielo en escamas junto con su equipo de frío asociado, incorporando compresor y condensador.

En la zona de popa se dispone un pantano para mantenimiento de la pesca con hielo líquido a 0°C, con tres escotillas hidráulicas para salida de pescado accionadas por la central hidráulica.

Para carga y descarga del pescado de las bodegas se han instalado dos montacargas de la firma Inmi consistentes en



*"Urondo"*



## Arrastrero al fresco de 39 m de Et construido en Galicia para armador vasco

Con un mes de diferencia respecto de su buque gemelo *Urondo* (Ver InfoMarine, nº 107), Astillero Barreras ha entregado al armador vasco Urondo un arrastrero al fresco por popa de 39 m de eslora total. El buque, denominado *Urondo*, es la construcción 1.632 del astillero gallego y dispone de todo el equipamiento necesario para el procesado de la pesca, con enfriamiento a 0 °C en hielo líquido y posterior almacenamiento en las bodegas.

En el *Urondo*, Contsa (Construcciones y Transformaciones Navales) ha colaborado fabricando en sus instalaciones todos los bloques de casco y superestructura, realizando, asimismo, el posterior ensam-

blaje y soldadura de los mismos en el astillero; montaje de bocina, timón, tobera y hélice de maniobra de proa. Su suministro ha incluido también todos los elementos metálicos para el armamento: palos, polines para máquinas, escotillas, puertas, escalas, elementos para maniobra de pesca y amarre, ventilaciones, etc. La elaboración y montaje de todas las tuberías de la cámara de máquinas, así como todos los servicios generales del buque también han corrido a cargo de esta firma gallega.

El buque, con todo su equipo y maquinaria, ha sido construido de acuerdo con las Reglas y bajo la Supervisión e Inspección de la Sociedad Clasificadora

Bureau Veritas para alcanzar la Cota \* Hull, Mach Fishing Vessel Unrestricted Navigation.

### Maniobra de pesca y equipo de cubierta

El *Urondo* está equipado con todos los elementos necesarios para efectuar la maniobra de pesca para la que ha sido diseñado, habiéndose instalado los siguientes equipos de la firma noruega Rapp Hydema:

- Dos maquinillas de arrastre con capacidad para 2.955 m de cable 28 mm. Incluyen freno de accionamiento





hidráulico con liberación eléctrica durante el arrastre automático y disponen de accionamiento así como dos motores hidráulicos y sistema de control remoto desde el puente de gobierno.

- Cuatro tambores de red con unidad de accionamiento de dos motores hidráulicos y sistema de control remoto desde el puente de gobierno.
- Dos maquinillas auxiliares con dos motores hidráulicos. Disponen de control remoto eléctrico desde el puente.

El *Urondo* incluye, además, dos grúas electrohidráulicas de 985 kg y 11,4 m, con un cabrestante de 2175 kg, de Lantek Hidráulica.

El montaje de las tuberías para todos los servicios hidráulicos de los equipos de pesca instalados en cubierta ha sido realizado por la firma Contsa, que además, ha realizado todas las pruebas de presión y *flushing* pertinentes.

A popa del buque se ha instalado un pórtico con dos pastecas de arrastre móviles. A proa de este pórtico va un palo bípode para jarcias y maniobra de embarque de la pesca, por el que van las salidas de los gases de escape del motor principal y auxiliar.

### Manipulación y conservación de las capturas

Toda la instalación frigorífica corrió a cargo de Kinarca. El buque incluye dos bodegas para conservación con unas



### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Eslera total	39,00 m
Eslera entre pp	30,60 m
Manga de trazado	8,80 m
Puntal a la cbta ppal	3,80 m
Calado	3,25 m
Registro Bruto	387 GT
Potencia propulsora	1x500 bhp a 1.000 rpm
Tripulación	14 personas
Clasificación	Bureau Veritas

### CAPACIDADES

Volumen bajo cubierta	605,4 m³
Bodegas (2)	190 m³
Combustible	100 m³
Aceite lubricante	2 m³
Aceite hidráulico	3 m³
Agua dulce potable	11 m³

capacidades de 140 m³ y 40 m³. El forrado y aislamiento de las bodegas fue realizado por Aister, con material adecuado para mantener las mismas a 0°C.

La temperatura de 0°C/2°C en las bodegas para conservación de la pesca ya

subenfriada en el pantano se obtiene en base a la circulación de hielo líquido por serpentines.

La planta frigorífica principal utiliza como refrigerante R-507 y está formada por:

- Un compresor semi-hermético de 21,2 KW, diseñado para una temperatura de evaporación de -12 °C y una temperatura de condensación de +40°C. Incluye un motor de 12,5 kW trabajando a 1.450 rpm.
- Un condensador de agua de mar con tubos de cuproníquel, de ejecución horizontal, con una capacidad de disipación de 32 KW.
- Bomba centrífuga horizontal de 12,5 m³/h y 15 mca.
- Un generador de hielo líquido de 2 t/día (agua salada) para una temperatura del hielo líquido de -2/-3 °C.
- Un depósito de hielo líquido construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, dotado de un agitador para homogeneizar la mezcla.
- Serpentines para las bodegas.
- Cuadro eléctrico con todo el control de los motores.

Se ha instalado una máquina de producción de hielo en escamas junto con su equipo de frío asociado, incorporando compresor y condensador.

En la zona de popa se dispone un pantano para mantenimiento de la pesca con hielo líquido a 0°C con tres escotillas hidráulicas para salida de pescado accionadas por la central hidráulica.

Para carga y descarga del pescado de





las bodegas se han instalado dos montacargas de la firma Inmi consistentes en dos tubos para el soportado de una plataforma. Cada uno de ellos está accionado por un motor eléctrico.

### Maquinaria principal y auxiliar

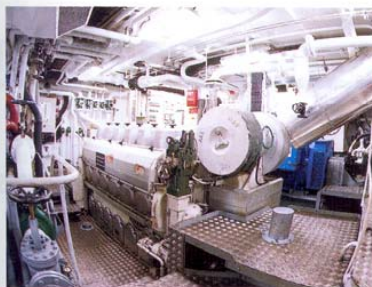
Para la propulsión, el *Urondo* incorpora un motor diesel marino de simple efecto, cuatro tiempos y sobrealimentado marca Wärtsilä, modelo 6L20, que desarrolla una potencia de 367 kW (500 bhp) a 1.000 rpm.

Reintjes España ha suministrado el equipo completo de propulsión modelo IPP 55/862. Este conjunto está compuesto por un reductor con embrague Reintjes, tipo LAF-862 K72, y un equipo de hélice de paso variable modelo 4D/550, con su sistema de electrónico de control y accesorios de bocina.

El reductor LAF-862 tiene una reducción de 4,955:1 y está dimensionado para transmitir sobradamente la potencia del motor propulsor. Dispone de una toma de fuerza (PTO K72) con dos salidas, una de ellas sin embrague para accionamiento de una alternador de cola y otra con embrague para accionamiento de una bomba hidráulica.

La línea de ejes consta de una hélice Wärtsilä compuesta por un cabezal enterizo (tamaño 550 mm), con 4 palas de Cunial y un diámetro de 2.400 mm, diseñada para trabajar en tobera fija a 202 rpm. El control de la propulsión se realiza mediante un sistema de remoto electrónico modelo Lipstronic 7000 que se puede accionar mediante dos paneles en el puente o desde otro sistema auxiliar en cámara de máquinas.

El reductor incorpora dos tomas de fuerza a popa para acoplar un alternador de cola marca Indar, de 360 KW (450 KVA),



y una bomba para accionamiento del equipo hidráulico de 235 KW, ambos trabajando a 1.500 rpm.

Se ha instalado a bordo un grupo electrógeno, montado sobre bancada común, compuesto por un motor marca Volvo Penta, modelo TAMD165A, de 380 kW a 1.500 rpm, más un alternador marca Indar, modelo LCB355L/4 de 360 kW. Este grupo acciona la bomba hidráulica de reserva del equipo de pesca.

El buque es maniobrado mediante un servo electrohidráulico de la firma Lantek Hidráulica, dimensionado para poder efectuar un giro de banda a banda de 70° y dispuesto para acoplar al piloto automático. El suministro del timón corrió a cargo de Barkemeyer.

Para mejorar aún más la maniobra del buque, éste ha sido dotado de una hélice de empuje transversal, marca Lantek Hidráulica, de 150 KW, de accionamiento hidráulico con mando eléctrico proporcional desde el puente.

El *Urondo* dispone de una separadora centrífuga autolimpiante para la purificación o clarificación del combustible de Alfa Laval, un separador de sentinas de Interbón, un generador de agua dulce marca Gefico y compresores de aire de arranque marca ABC. Los equipos de Alfa Laval y Gefico han sido suministra-

dos por Comercial Diesel, distribuidor en Galicia de estas marcas. Todas las bombas para los diferentes servicios son de firma Azcue.

### Otros equipos y sistemas

La instalación eléctrica del buque para el alumbrado, fuerza y servicios especiales ha sido realizada por Alonso Rodríguez. Incorpora este buque un avanzado equipo electrónico de gobierno, ayuda a la navegación, telecomunicaciones y detección de pesca, suministrado por la firma Eco-Pesca.

La habilitación, para los 14 tripulantes, la realizó completamente Gonsusa, con alto nivel de confort, correspondiendo la gambuza y la instalación de aire acondicionado a Kinarca. Todos los ventiladores, para los diferentes servicios, son de la marca Conau, de diferentes modelos, y fueron suministrados por Sumivent.

El buque ha sido pintado con productos de la firma Hempel. La empresa encargada de aplicar la pintura fue Gama. Incluye, además, un completo sistema de protección catódica perteneciente a la empresa Europea de Ingenieros en Corrosión.



El sistema de detección de incendios es de Consilium (Norispan). En cámara de máquinas se ha instalado un sistema de extinción de incendios por CO<sub>2</sub> perteneciente a la firma Interbón.

# Villa de Pitanxo y Villa Nores, arrastreros construidos por Astilleros M. Cies

Recientemente, Astilleros M. Cies ha entregado los buques pesqueros *Villa de Pitanxo* y *Villa Nores* (construcciones nº 76 y 77 del astillero) al armador Manuel Nores González, de Marín (Pontevedra).

La concepción de los buques es el fruto de la estrecha colaboración entre la Casa Armadora y sus representantes con el equipo técnico del Astillero, así como las compañías participantes en la ejecución de ambos buques.

Las dos unidades cumplen con las actuales normativas exigibles por las Autoridades en materia de protección y seguridad de la tripulación, protección de lucha anticontaminación del medio marino por hidrocarburos, sanidad, manipulación y transformación de los productos de la pesca, requerimientos europeos para la construcción de buques pesqueros, etc.

## Descripción general

Los dos buques son unidades gemelas, ambos arrastreros por popa, congeladores, preparados para faenar en diferentes profundidades y condiciones atmosféricas adversas si fuese necesario por las licencias y permisos de pesca que sean expedidos.

Los buques *Villa de Pitanxo* y *Villa Nores* han sido diseñados con la siguiente distribución:

Características principales de ambos buques	
Eslora total	50,00 m
Eslora entre perpendiculares	41,00 m
Manga de trazado	9,70 m
Puntal a la cubierta principal	4,35 m
Puntal a la cubierta superior	6,85 m
Calado de trazado	4,00 m
Arqueo bruto (1969)	825 GT
Potencia de propulsión	1.404 CV
Velocidad de servicio	10 nudos
Tripulación	22 personas

Capacidades	
Bodega y entrepuente	400 t
Combustible	430 m <sup>3</sup>
Aceite lubricante	6 m <sup>3</sup>
Agua dulce	6 m <sup>3</sup>



- *Bajo la cubierta principal:* tanques de almacén de combustible, tanques de lastre, espacios de máquinas y bodega.
- *Sobre la cubierta principal:* tanques de lastre, almacén de combustible, entrepuente de carga, entrepuente de cajas, cartones y embalajes, área de elaboración de las capturas con el parque de pesca, maquinaria de procesado y túneles de congelación. También en esta cubierta se encuentra la zona de recepción de capturas y zonas de paños y talleres.
- *Sobre la cubierta superior:* bloque de la habilitación de marinería, zona de maniobras de largado e izado de los aparejos, y zonas de paños de cubierta y respetos.
- *Sobre la cubierta castillo:* bloque de habilitación de oficiales y sobre éste el puente de gobierno.

## Equipos de pesca

Los buques *Villa de Pitanxo* y *Villa Nores* están equipados, para las faenas de arrastre por popa, con:

- Una (1) maquina de pesca de arrastre CARRAL MCM-4/8/1, con un carretel principal para 3.500 m cable de 26 mm Ø, y 280 m malla de 60 mm Ø; y un carretel auxiliar para 350 m cable de 26 mm Ø con un tiro a medio carretel de 14,7 t. Está accionada por un motor de C.C. KN-355-M-b "C" de 450 CV.
- Dos (2) maquinas auxiliares de cubierta MR 6000, accionadas por motor eléctrico de 40 CV, con cabezal orientable, eje de acero de alta resistencia y dos cabirones de acero moldeado de 350 mm de diámetro en rodadura.

## Instalación frigorífica

La instalación frigorífica de los buques *Villa de Pitanxo* y *Villa Nores* ha sido llevada a cabo por Kinarca. Está formada por: a) dos compresores MYCOM 160 VSD, que, trabajando con refrigerante R-507A a una temperatura de evaporación de -40 °C y una temperatura de condensación de +35 °C, tienen una capacidad frigorífica de 87.900 kcal/h, absorbiendo una potencia de 110 kW; y b) un compresor MYCOM que, trabajando con refrigerante R-507A a una temperatura de evaporación de -35 °C y una temperatura de condensación de +35/40 °C, tiene una capacidad frigorífica de 44.900 kcal/h, absorbiendo una potencia de 40,4 kW.

La instalación se completa con: dos condensadores de 52,8 m<sup>2</sup> de superficie, enfriados por agua de mar; dos bombas de circulación de agua





EMPRESA **CONSTRUCCIONES** REPARACIONES Y TRANSFORMACIONES DISEÑO NOTICIAS DESCARGAS CONTACTO

## CONSTRUCCIONES

### OFFSHORE

### REMOLCADORES

### OCEANOGRÁFICOS

### BUQUES MERCANTES

### BUQUES PESQUEROS

Atunero Congelador al Cerco de 96 m.

Arrastrero para el Artico de 76 m.

Arrastrero Congelador por Popa (Buque Factoría) de 142 m.

Arrastrero Congelador de 56 m.

### PATRULLEROS

### YATES



Buque navegando



FICHA TÉCNICA

VER VÍDEOS

DESCARGAR PDF

## ARRASTRERO CONGELADOR DE 56 M. WIRON V Y WIRON VI

**Armador:** Tamboril N.V

**Año de Construcción:** 2002

**País:** Antillas Holandesas



## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

### CARACTERÍSTICAS

Eslora	55,64 m.
Eslora entre pp	49,45 m.
Manga diseño	11,60 m.
Puntal a cbta.ppal	7,90 m.
Puntal a segunda cbta	5,20 m.
Calado de diseño	5,20 m.
Arqueo	1.222 GT

### TRIPULACION

18 HOMBRES

### POTENCIA Y VELOCIDAD

Motor principal	2.760 kW
Velocidad	14,00 nudos
Generadores ppales	2 x 632 kW
Alternador de cola	1.200 KVA
Potencia	6.500 Kw

### CAPACIDADES

Bodega	884 m <sup>3</sup>
Combustible	211 m <sup>3</sup>
Aceite lub.	3,4 m <sup>3</sup>
Agua dulce	76m <sup>3</sup>
PLANTA CONGELADORA:	Capacidad 77 Tons/día en 11 planchas. y 15 Tons/día en túneles

---

# CUADERNO 2

---

## CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA

### ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE 600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	4
2. Peso del acero.....	5
2.1 Método de Watson .....	5
3. Peso de la Maquinaria .....	7
3.1 Maquinaria propulsora principal .....	7
3.1.1 Peso del motor propulsor.....	7
3.1.2 Reductor motor principal .....	7
3.1.3 Generador de cola (PTO) .....	7
3.1.4 Acoplamiento elástico .....	7
3.1.5 Equipo de chimenea .....	8
3.2 Peso del propulsor .....	8
3.2.1 Hélice propulsora .....	8
3.2.2 Tobera.....	8
3.2.3 Chumacera empuje.....	8
3.2.4 Línea de ejes .....	8
3.2.5 Bocina .....	9
3.3 Peso de la maquinaria restante .....	9
3.3.1 Motores auxiliares.....	9
3.3.2 Grupo de emergencia .....	9
3.3.3 Instalación CI Cámara de Máquinas.....	10
3.3.4 Tecles en Cámara de Máquinas .....	10
3.3.5 Tuberías y bombas de la Cámara de Máquinas .....	10
3.3.6 Tuberías y bombas del casco .....	10
3.3.7 Tanques varios no estructurales.....	10
3.3.8 Grúa de descarga .....	11
3.3.9 Compresores frigoríficos.....	11

3.3.10 Compresores y botellas del aire de arranque .....	11
3.3.11 Generador de agua dulce .....	11
3.3.12 Planta séptica .....	11
3.3 13 Separador de sentinas.....	11
3.3 14 Piezas de respeto, cargos de maquinaria, líquidos en circuitos .....	11
3.4 Peso maquinaria de pesca.....	12
4. Peso de Equipos y Habilitación .....	13
4.1 Habilitación.....	13
4.2 Peso del equipo de gobierno.....	14
4.3 Peso del equipo de amarre y fondeo .....	15
4.3.1 Peso de la cadena .....	16
4.3.2 Peso de las anclas.....	16
4.3.3 Peso del molinete .....	16
4.3.4 Peso de bitas y amarras .....	16
4.4 Peso del equipo de navegación .....	17
4.5 Peso del equipo de salvamento .....	17
4.6 Peso del equipo contraincendios .....	18
4.7 Peso del equipo del sistema eléctrico .....	18
4.7.1 Instalación eléctrica .....	18
4.7.2 Cuadro eléctrico .....	18
4.8 Peso de la protección anticorrosiva .....	19
4.8.1 Peso de la pintura .....	19
4.8.2 Peso de la protección catódica .....	19
4.9 Peso de los equipos de cierres y accesos diversos.....	19
4.9.1 Escotillas.....	19
4.9.2 Puertas de acero.....	20
4.9.3 Portillos y ventanas.....	20

4.9.4 Escaleras exteriores .....	21
4.9.5 Barandillado .....	21
4.10 Peso equipo de aire acondicionado .....	21
4.11 Peso sistemas específicos de un buque pesquero .....	22
4.11.1 Túneles de congelación .....	22
4.11.2 Maquinaria del parque de pesca.....	22
4.11.3 Bombas electrohidráulicas accionamiento maquinillas.....	22
4.11.4 Peso del aislamiento de las bodegas .....	22
5. Lastre fijo .....	24
6. Peso total del rosca .....	24
7. Bibliografía.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se lleva a cabo el cálculo del peso en rosca y la localización del centro de gravedad del peso en rosca del buque.

El desplazamiento del buque es habitual desglosado en su peso muerto y su peso en rosca. El peso muerto son los requerimientos del proyecto en forma de capacidad de bodegas, combustibles, agua, aceites y número de tripulantes. Del peso muerto se hizo una estimación en el Cuaderno 1 “Predimensionamiento”. El peso en rosca recoge todos los pesos que conforman el medio físico para garantizar todos los requerimientos del proyecto.

De una forma más técnica el peso en rosca de un buque se define como la suma de todos los pesos del buque listo para navegar. Se excluyen la carga, el pasaje, la tripulación, los pertrechos y los consumos. El peso en rosca se desglosa habitualmente en el peso del acero, peso de la maquinaria, peso de los equipos y un margen de seguridad.

Se busca determinar la posición del centro de gravedad del buque siendo la partida más importante del peso en rosca.

Los pesos se obtendrán de catálogos, buques base o similares y de las formulaciones obtenidas de apuntes y libros. Además se obtienen centros de gravedad de cada una de ellas, para lo cual se hace uso del croquis de la disposición general realizada.

El peso calculado a continuación será el peso definitivo, se calculará siguiendo el libro<sup>1</sup> “Proyectos de buques y Artefactos, Cálculo del Desplazamiento” escrito por el profesor Fernando Junco Ocampo.

Se desglosa el peso en rosca en las siguientes partidas:

- Peso del Acero.
- Peso de la Maquinaria.
- Peso del Equipo y Habilitación.



Realizo una primera aproximación del peso en rosca y el centro de gravedad con una fórmula específica para arrastreros sacada del libro<sup>1</sup>.

$$PM = 572.7 T$$

$$WR = 15,5 * PM^{0,583} = 628.35 T$$

$$ZR = 2,27 * D^{0,47} = 4,65 m$$

$$XR = 0,467 * L - 0,86 = 18,754 m$$

## 2. PESO DEL ACERO

El peso de los aceros comprende los elementos longitudinales y transversales, además de los pesos localizados como: mamparos, superestructuras, casetas arboladuras.

El peso lo calcularemos mediante formulación. Una gran parte de las expresiones vienen dadas por la expresión genérica:

$$Pa = L^a * B^b * C^c * Cb^d * e$$

Donde los valores de a, b, c, d y e suelen ser valores estimados por cada uno de los autores de las fórmulas.

### 2.1 Método de Watson

Watson propone un método para calcular el peso de acero de un buque Wst, basándose en un buque estándar Wsto.

$$E = L * (B + T) + 0,85 * L * (Dcs - T) + 0,85 * (ls * hs) + 0,75 * (lc * hc)$$

Siendo:

Ls, hs: longitud y altura para la superestructura cuyos costados son continuación del costado del buque, corresponde al costado sobre la cubierta superior.

Lc, hc: longitud y altura para la caseta cuyos costados son continuación del costado del buque, corresponde al costado sobre la cubierta superior.

Si Wst es el peso del acero del buque proyecto y Wsto el peso del buque estándar para un coeficiente de bloque que difiera de 0.7 se tiene:

$$Wst = Wsto * (1 + 0.5 * Cbp - 0.7)$$

El cociente de bloque al 80% del puntal se puede calcular:

$$Cbp = Cb + (1 - Cb) * \frac{0.8 * D - T}{3 * T}$$

$$Cbp = 0.6 + (1 - 0.6) * \frac{0.8 * 6.912 - 4}{3 * 4} = 0.651$$

Watson sustituye:

$$Wsto = k * E^{1.36}$$

$$Pa = Wst = k * E^{1.36} * (0.65 + 0.5 * Cbp)$$

Para buques arrastreros  $k = 0.037$

$$E = 42 * (10.3 + 4) + 0.85 * 42 * (6.9 - 4) + (0.85 * 23.5 * 2.3) + (0.75 * 25.3 * 2.3)$$

$$E = 793,715 \text{ T}$$

$$Wst = 0.037 * 793,715^{1.36} * (0.65 + 0.5 * 0.639)$$

$$\mathbf{Wst = 314,99 \text{ T}}$$

$$Z_{G \text{ acero}} = 2.27 * D^{0.47} = 2.27 * 4.6^{0.47} = 4.65 \text{ m}$$

$$X_{G \text{ acero}} = 0.467 * Lpp - 0.86 = 0.467 * 42 - 0.86 = 18.754 \text{ m}$$

### 3. PESO DE LA MAQUINARIA

#### 3.1 Maquinaria propulsora principal

##### 3.1.1 Peso del motor propulsor

Según la potencia calculada en el Cuaderno 1, 1419,07 kW, el motor que llevará será un Wärtsilä 8L20 de 1600 kW y 1000 rpm, que otorga una potencia suficiente para dar la velocidad de pruebas a la hélice y que mantenga el generador de cola que va a la reductora. Los datos los saco del catálogo del motor.

$$P_{motor} = 15 \text{ T}$$

$$X_G = 10,2 \text{ m}$$

$$Z_G = 1.5 \text{ m}$$

##### 3.1.2 Reductor motor principal

El buque monta una reductora de marca RENK modelo RSHL.

$$P_{reductora} = 5.58 \text{ T}$$

$$X_G = 10,2 \text{ m}$$

$$Z_G = 1.5 \text{ m}$$

##### 3.1.3 Generador de cola (PTO)

Su peso estimado según su potencia, en este caso 475 kVA. Según la fórmula:

$$P_{GC} = \frac{4.485 * KVA + 0.000455 * KVA^2}{1000} = 2.23 \text{ T}$$

##### 3.1.4 Acoplamiento elástico

El peso del acoplamiento elástico es tomado de un catálogo de Mecanismos Renom, compatible para el alternador de cola. El AE 580.

$$P_{ACOPLAMIENTO} = 0,110 \text{ T}$$

### 3.1.5 Equipo de chimenea

Su peso es estimado según la fórmula:

$$P_{ECH} = 0,0034 * L_{pp} * B = 1,47 T$$

## 3.2 Peso del propulsor

### 3.2.1 Hélice propulsora

El peso de una hélice de paso variable. Siendo D = 3 m obtenido de buques similares al del proyecto:

$$P_H = 0.120 * D^3 = 3,24 T$$

$$X_G = 0,6 m$$

$$Z_G = 2,9 m$$

### Propulsor de proa

Se estima que su peso es aproximadamente de 2 T.

### 3.2.2 Tobera

Se estima que su peso es aproximadamente igual al peso de la hélice.

$$P_{TOBERA} = 3,24 T$$

$$X_G = 0,6 m$$

$$Z_G = 2,9 m$$

### 3.2.3 Chumacera empuje

Su peso aproximado, basándonos en buques similares:

$$P_{CHUMACERA} = 0.3 T$$

$$X_G = 3 m$$

$$Z_G = 2,9 m$$

### 3.2.4 Línea de ejes

Su peso aproximado, basándonos en buques similares:

$$P_{LÍNEA DE EJES} = 2 T$$

$$X_G = 3 m$$

$$Z_G = 2,9 m$$

### 3.2.5 Bocina

Su peso aproximado, basándonos en buques similares:

$$P_{BOCINA} = 0.7 \text{ T}$$

$$X_G = 1,2 \text{ m}$$

$$Z_G = 2,9 \text{ m}$$

## 3.3 Peso de la maquinaria restante

### 3.3.1 Motores auxiliares

El buque está equipado con dos grupos diesel generador en Cámara de Máquinas, uno para los consumidores del buque, y el segundo para la alimentación a las bombas electrohidráulicas que mueven las maquinillas de pesca.

$$P_{MOTOR 1} = 8 \text{ T}$$

$$P_{MOTOR 2} = 4,9 \text{ T}$$

### 3.3 2 Grupo de emergencia

Se busca independizar este grupo de la Cámara de Máquinas, por ello lo situó en la cubierta superior. Se compone de un motor diesel Mitsubishi de 164kVA a 1500 rpm capaz de suministrar potencia al alternador Stramford UCM274 D de 170 a 1500rpm. El grupo seleccionado es un:

$$P_{G.EMERGENCIA} = \frac{7,45 * (kVA - 30) + 765}{1000}$$

$$P_{G.EMERGENCIA} = 1,76 + 1,81 = 3,57 \text{ T}$$

### 3.3.3 Instalación CI Cámara de Máquinas

Se puede hacer una estimación del peso de estos equipos a partir de la potencia del motor, 1600 kW, y los datos del buque mediante la siguiente fórmula:

$$P_{CI} = 0.125 * (0.0046 * P_m + 0.008 * L_{pp} * B) = 1.35 T$$

Suponemos que el centro de gravedad se sitúa en el centro de la Cámara de Máquinas.

### 3.3.4 Tecles en Cámara de Máquinas

Su peso estimado según la fórmula, donde la longitud de la Cámara de Máquinas es de 10,8 m. El centro de gravedad será el mismo que la Cámara de Máquinas.

$$P_{TM} = 0,047 * l_m * B * 0,6 = 3,137 T$$

### 3.3.5 Tuberías y bombas de la Cámara de Máquinas

Utilizamos esta fórmula porque en nuestro caso la potencia del motor principal 1600 kW es mayor a 736 KW. El centro de gravedad será el mismo que la Cámara de Máquinas.

$$P_{TBM} = 0.00981 * P_m = 15.7 T$$

### 3.3.6 Tuberías y bombas del casco

Su peso estimado según la siguiente fórmula. El centro de gravedad se supondrá el mismo que el peso del acero.

$$P_{TBC} = 0.0047 * L_{pp} * (L_{pp} * B)^{\frac{1}{2}} = 4.11 T$$

### 3.3.7 Tanques varios no estructurales

Como la potencia propulsora es mayor de 736 KW, se utiliza la siguiente fórmula. El centro de gravedad será el mismo que la Cámara de Máquinas.

$$P_{TV} = 1.2 + 0.0009 * Pm * 1.3587 = 3.16 T$$

### 3.3 8 Grúa de descarga

La grúa de descarga es una KDE 20 de Abbas Cranes o similar, cuyo peso es de 1.5 T según el catálogo.

### 3.3.9 Compresores frigoríficos

Se estimará que pesan alrededor de 4 toneladas.

### 3.3.10 Compresores y botellas del aire de arranque

Se estimará un peso de 0,25 toneladas para los compresores y 0,5 toneladas para las botellas de aire de arranque.

### 3.3.11 Generador de agua dulce

Su peso viene dado por la siguiente fórmula, donde c es la capacidad generadora 2,3 t/día.

$$I_{GA} = 1,45 * (44,85 * c + 600,6) * \frac{1}{1000} = 1,02 T$$

### 3.3.12 Planta séptica

Su peso según el catálogo es de 1,4 T.

### 3.3 13 Separador de sentinas

Su peso según el catálogo es de 0,2 T.

### 3.3 14 Piezas de respeto, cargos de maquinaria, líquidos en circuitos

Su peso viene dado por la siguiente fórmula, donde a es 0,0109 y b es 0,07525 para buques con una potencia mayor a 736 kW.

$$P_{vario} = a * MCR + b * MCR = 77,84 T$$



### 3.4 Peso maquinaria de pesca

Para la pesca de arrastre se adoptará sistema de aparejo simple. Estará formado por:

- 2 Carreteles de cable dispuestos sobre la cubierta superior.
- 2 Tambores de red en la cubierta castillo.
- 4 Maquinillas auxiliares, en la cubierta de arrastre.
- 2 Maquinillas de lanteonado, en la cubierta de arrastre.
- 2 Maquinillas de volteo del copo, en la cubierta de arrastre.
- 2 pastecas de pescante, en la cubierta de arrastre.

MAQUINARIA DEL EQUIPO DE PESCA					
ELEMENTOS	PESO (T)	XG	Mx (kg*m)	ZG	MZ (kg*m)
Maqui. cable arrastre	10	10,8	108	6,9	69
Maquinilla de lanteón	4	20	80	9,2	36,8
Maquinillas hidra. Auxiliares	8	30	240	6,9	55,2
Maquinillas de volteo copo	2	3,6	7,2	6,9	13,8
Tambor de red	8	18	144	6,9	55,2
Sonda red	4	6	24	6,9	27,6
Pastecas pescante	1	1	1	6,9	6,9
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>16,330</b>	<b>604,2</b>	<b>7,149</b>	<b>264,5</b>

Tabla 3.1 Peso maquinaria de pesca

Tabla resumen de todos los pesos de la maquinaria y sus centros de gravedad:

MAQUINARIA					
ELEMENTOS	PESO (T)	XG	Mx (kg*m)	ZG	Mz (kg*m)
Motor propulsor	15	10,2	153	1,5	22,5
Reductor motor principal	5,58	10,2	56,916	1,5	8,37
Acoplamiento Elástico	0,11	10,2	1,122	1,5	0,17
Generador de cola	2,23	10,2	22,746	1,5	3,35
Equipo chimenea	1,471	6	8,82504	9	13,24
Hélice	3,24	0,6	1,944	2,9	9,4
Tobera	3,24	0,6	1,944	2,9	9,4
Línea de ejes	2	3	6	2,9	5,8
Chumacera de empuje	0,3	3	0,9	2,9	0,87
Bocina	0,7	1,2	0,84	2,9	2,03
Motores Auxiliar	12,9	10,2	131,58	2,5	32,25
Grupo de emergencia	3,57	10,2	36,414	2,5	8,93
Instalación Contraincendios CM	1,3526	10,2	13,797	2,5	3,38
Tecles en Cámara de Máquinas	3,137	10,2	31,997	2,5	7,84
Tuberías y bombas de la CM	15,696	10,2	160,099	2,5	39,24
Tuberías y bombas del casco	4,106	18,75	76,982	4,65	19,09
Tanques varios no estructurales	3,157	10,2	32,197	2,5	7,89
Grúa de descarga	1,5	3	4,5	6,9	10,35
Compresores frigoríficos	4	18	72	4,6	18,40
Compr. y bot de airde de arranque	0,75	10,2	7,65	2,5	1,88
Generador de agua dulce	1,020	10,2	10,409	2,5	2,55
Planta Séptica	1,4	10,2	14,28	2,5	3,5
Separador de sentinas	0,2	10,2	2,04	2,5	0,50
Piezas de respeto, líquidos en circuitos	77,84	22,2	1728,048	4,6	358,06
Maquinaria de pesca	37	16,33	604,21	7,149	264,51
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>	<b>201,50</b>	<b>15,78</b>	<b>3180,44</b>	<b>4,24</b>	<b>853,48</b>

Tabla 3.2 Peso total maquinaria

## 4. PESO DE EQUIPOS Y HABILITACIÓN

### 4.1 Habilitación

Para el cálculo del peso de la habilitación tomo el desglose de peso del “Proyectos de buques y Artefactos”.

- Camarote oficiales 135 kg/m<sup>2</sup>
- Camarote tripulación 160 kg/m<sup>2</sup>
- Comedores y salones 120 kg/m<sup>2</sup>
- Pasillos 80 kg/m<sup>2</sup>
- Aseo 250 kg/m<sup>2</sup>

- Cocina 200 kg/m<sup>2</sup>
- Gambuza seca y paños 60 kg/m<sup>2</sup>
- Lavadero y secadero 150 kg/m<sup>2</sup>
- Gambuza frigorífica 190 kg/m

ELEMENTOS	DENSIDAD	m2	PESO (kg)
Camarotes oficiales	135	66	8910
Camarote tripulación	160	68,37	10939,2
Comedores y salones	250	38,6	9650
Pasillos	80	30	2400
Aseo	250	14,26	3565
Cocina	200	5	1000
Gambuza seca	60	3,5	210
Lavadero y secadero	150	9,7	1455
Gambuza frigorífica	190	3,7	703
<b>TOTAL</b>			<b>38,8 T</b>

Tabla 4.1. Peso habilitación

## 4.2 Peso del equipo de gobierno

Esta partida se compone de los siguientes elementos:

- Servomotor
- Timón
- Mecha, pinzote y accesorios

Su peso se situará en la perpendicular de popa y a una altura ligeramente superior al eje de la hélice. Su valor aproximado lo da la siguiente fórmula:

$$P_{\text{equipo de gobierno}} = 0.0224 * A * V^{2/3} + 2$$

Donde:

A: es el área del timón

$$A = L * T * \frac{1,1 + 25 * \frac{B^2}{L^2}}{100} = 4,374 \text{ m}^2$$

V: es la velocidad de pruebas

$$V = 1.06 * V_{servicio} = 13.78 \text{ nudos}$$

$$P_{\text{equipo de gobierno}} = 0.0224 * 4.374 * 13.78^{\frac{2}{3}} + 2 = 2,56 \text{ T}$$

$$X_G = 1.1 \text{ m}$$

$$Z_G = 5.2 \text{ m}$$

#### 4.3 Peso del equipo de amarre y fondeo

Para la determinación del peso del equipo de amarre y fondeo en primer lugar se realiza el cálculo del numeral de equipo (NE) a partir del cual se obtienen las necesidades del equipo de fondeo requerido.

$$NE = \Delta^{2/3} + 2 * B * h + Ap/10$$

H: altura total, incluidas las casetas con manga mayor de B/4, desde el calado de verano hasta la cubierta más alta, 9,78 m.

A: áreas laterales de las partes del casco, superestructura y casetas por encima de la línea de flotación. 342,483 m<sup>2</sup>.

$$NE = 1133,4^{2/3} + 2 * 10.3 * 9.91 + \frac{342,483}{10} = 344,43$$

#### 4.3.1 Peso de la cadena

La longitud de la cadena será de 385 m, que equivale a 14 largos de cadena el diámetro es de 24 mm para un acero de muy alta resistencia U<sub>3</sub>.

$$P_{cadena} = 14 * 0.343 = 4.802 T$$

#### 4.3.2 Peso de las anclas

Llevará 3 anclas de peso 1140 kg según el catálogo de Vicinay Cadenas, cuyo peso total será:

$$P_{anclas} = 3 * 1.14 = 3.42 T$$

#### 4.3.3 Peso del molinete

Obtenido de buques similares:

$$P_{molinete} = 2.5 T$$

#### 4.3.4 Peso de bitas y amarras

Obtenido de buques similares:

$$P_{bitas y amarras} = 1 T$$

El centro de gravedad de los elementos de marre y fondeo se situará en el mismo lugar.

AMARRE Y FONDEO					
ELEMENTOS	PESO (T)	XG	Mx (kg*m)	ZG	MZ (kg*m)
CADENAS	4,802	43	206,486	10,3	49,4606
ANCLAS	3,42	43	147,06	10,3	35,226
MOLINETE	2,5	43	107,5	10,3	25,75
BITAS Y AMARRAS	1	43	43	10,3	10,3
<b>TOTAL</b>	<b>11,722</b>	<b>43,000</b>	<b>504,046</b>	<b>10,300</b>	<b>120,737</b>

Tabla 4.2 Equipo de amarre y fondeo

#### 4.4 Peso del equipo de navegación

Esta partida esta compuesta por las siguientes elementos:

- Compás magistral
- Giroscópica.
- Piloto automático.
- Radar.
- Sonar.
- Radiogoniómetro.
- Corredera.
- Radiotelegrafía.
- Receptores.
- Luces de navegación.
- Teléfono.
- Tacómetro.
- Indicador de ángulo de timón.
- Telégrafo de máquinas.
- Sirenas.

El peso de los equipos que integran este concepto es muy reducido y el libro<sup>1</sup> “Calculo del desplazamiento”, recomienda tomar el peso de 2 toneladas.

#### 4.5 Peso del equipo de salvamento

Peso del equipo de salvamento, siendo n el número de personas a bordo o 35, el que sea, mayor.

$$P_{\text{salvamento}} = 9.5 + 35 * 0.1 = 13 \text{ T}$$

$$X_G = 21 \text{ m}$$

$$Z_G = 7.3 \text{ m}$$



#### 4.6 Peso del equipo contraincendios

Para la estimación del peso del equipo contraincendios consideramos que este es proporcional al volumen de la mayor bodega, ya que es mayor que el volumen de la Cámara de Máquinas, mediante la siguiente fórmula:

$$P_{contraincendios} = 0.0025 * 600 = 1.5 \text{ T}$$

$$X_G = 21 \text{ m}$$

$$Z_G = 6 \text{ m}$$

#### 4.7 Peso del equipo del sistema eléctrico

##### 4.7.1 Instalación eléctrica

Para buques de  $L < 60 \text{ m}$ , utilizamos la siguiente fórmula:

$$P_{il} = \left(\frac{L}{60}\right)^{1/2} * lc + Pm/1000$$

Donde la potencia del motor se expresa en kW y  $lc$  es la longitud de los cables en km, en este caso no conocemos la longitud por lo que vamos a utilizar la siguiente expresión para calcular:

$$lc = 1.82 + 0.268 * L + 0.000597 * L^2 = 14.13 \text{ km}$$

$$P_{il} = 13,42 \text{ T}$$

##### 4.7.2 Cuadro eléctrico

En relación con otros buques similares tomamos 1,5 T.

El centro de gravedad del sistema eléctrico tomaremos el mismo que el del acero.

$$P_{SE} = 4,24 \text{ T}$$

$$X_G = 18,75 \text{ m}$$

$$Z_G = 4,65 \text{ m}$$

#### 4.8 Peso de la protección anticorrosiva

El peso de la protección anticorrosiva puede descomponerse en dos partidas, el peso de la pintura y el peso de la protección catódica.

##### 4.8.1 Peso de la pintura

Pa: peso del acero 315 T

$$Pi = 0.008 * Pa = 2,52 T$$

##### 4.8.2 Peso de la protección catódica

Donde

Sm: superficie mojada = 612,84 m<sup>2</sup>

a: 3.5 a 12 según el material del ánodo, a = 3.5, ánodos de aluminio de alto rendimiento.

y : nº de años de protección, 2

$$Pcc = 0.0004 * Sm * a * y = 1,72 T$$

$$Panticorrosiva = 2.52 + 1.62 = 4.24 T$$

El centro de gravedad lo considero el mismo que el de los aceros.

#### 4.9 Peso de los equipos de cierres y accesos diversos

Los equipos de cierre y accesos están formados por los siguiente elementos.

##### 4.9.1 Escotillas

En el buque encontramos 2 escotillas, una para cada bodega, en la cubierta superior y otra en la cubierta principal que dan acceso a las dos bodegas de congelación.

- Escotillas de parque de pesca:

$$P_{escotillas} = 0.195 * A = 0.195 * 7,40 = 1,44 T$$

$$X_G = 3,6 m$$

$$Z_G = 6,9 m$$

- Escotillas de bodega:

$$P_{escotillas} = 0.195 * A = 0.195 * 5,9 = 1,15 T$$

$$X_G = 22,2 m$$

$$Z_G = 4,6 m$$

#### 4.9.2 Puertas de acero

En base a la existencia de dos cubiertas de alojamiento:

$$P_{puertas} = 0.56 * (2 * NH + 1) + 0.28 * NC = 0.56 * (2 * 2 + 1) + 0.28 * 1 = 3,08 T$$

$$X_G = 0.065 * L_{pp} + \frac{L_{pp}}{2} = 23.73 m$$

$$Z_G = 1.2 * D = 5.56 m$$

#### 4.9.3 Portillos y ventanas

$$P_{portillos} = 0.12 * n = 0.12 * 19 = 2.28 T$$

El centro de gravedad será el mismo que la habitación:

$$X_G = 21 m$$

$$Z_G = 9.2 m$$

#### 4.9.4 Escaleras exteriores

$$P_{escaleras\ exteriores} = 0,8 * NH + 0,6 = 0,96\ T$$

#### 4.9.5 Barandillado

Buques sin amurada en cubierta superior.

$$P_{barandillado} = 0,245 * (NH + 2) + 0,030 * L = 2,24\ T$$

Tabla resumen de los equipos de cierres y accesos diversos:

EQUIPOS DE CIERRES Y ACCESOS DIVERSOS					
ELEMENTOS	PESO (T)	XG	Mx (kg*m)	ZG	MZ (kg*m)
Escotilla parque pesca	1,44	3,6	5,184	6,9	9,936
Escotilla bodega	1,15	22,2	25,53	4,6	5,29
Puertas de acero	3,08	23,7	72,996	5,56	17,1248
Portillos y ventanas	2,28	27	61,56	9,2	20,976
Escalas exteriores	0,96	16,2	15,552	9,2	8,832
Barandillado	2,24	30	67,2	9,2	20,608
<b>TOTAL</b>	<b>11,15</b>	<b>22,244</b>	<b>248,022</b>	<b>7,423</b>	<b>82,7668</b>

Tabla 4.3 Equipo de cierres y accesos diversos

#### 4.10 Peso equipo de aire acondicionado

Se calcula mediante la fórmula:

$$P_{aa} = 0.020 * Sh$$

Donde Sh es la superficie de habitación

AREA DE LA HABILITACIÓN	
CUBIERTAS	AREA
Entrepunte	66
Castillo	125
Superior	29,5

$$P_{aa} = 0.020 * Sh = 4,41\ T$$

$$X_G = 26,4\ m$$

$$Z_G = 9,2\ m$$

#### 4.11 Peso sistemas específicos de un buque pesquero

El equipo del parque de pesca consta de 2 líneas independientes de elaboración de pescado, cada una de ellas dotada con:

- Zona de recepción del pescado.
- Lavadora de pescado.
- Máquina descabezadora y fileteadora.
- Dos túneles de congelación de pescado.
- Cintas transportadoras.

##### 4.11.1 Túneles de congelación

En base al buque de referencia estimamos que cada túnel de congelado pesa unas 6 T, como llevamos dos.

$$P_{tunel\ congelado} = 16\ T$$

##### 4.11.2 Maquinaria del parque de pesca

Tomaremos este peso por comparación con otros buques similares. El peso aproximado de la maquinaria de esta partida para buques similares es de unas 9 toneladas cada una.

$$P_{parque\ pesca} = 18\ T$$

##### 4.11.3 Bombas electrohidráulicas accionamiento maquinillas

Esta partida de peso, ubicada en la cubierta de arrastre, ha sido estimada por comparación con otros buques en unas 3 toneladas.

##### 4.11.4 Peso del aislamiento de las bodegas

Supondremos un aislamiento medio de 200 mm, y utilizaremos el aislante más comúnmente utilizado para este tipo de bodegas, el poliuretano, y una densidad conjunta de 100 kg/m<sup>3</sup>. La superficie total a aislar es de 600 m<sup>3</sup>.

$$P_{aislante} = 600 * 0,2 * 0,1 = 12\ T$$

Incluimos en esta partida el peso de las serretas y el enjaretado, estimando que juntas pesan aproximadamente un 90% del peso del poliuretano, densidades aproximadas de 15 y 20 kg/m<sup>3</sup>, con lo que finalmente, el peso del aislamiento de la bodega.

$$P_{\text{aislante total}} = 12 * 1,9 = 22,8 T$$

El centro de gravedad de la bodega lo estimaremos en la posición de la misma.

EQUIPOS DE PESCA	
ELEMENTOS	PESO (T)
Túnel de congelación	12
Maquinaria parque pesca	20
Bombas electrt acci. Maquill	3
Aislamiento bodega	22,8
<b>TOTAL</b>	<b>57,8</b>

Tabla 4.4 Equipo de pesca

El centro de gravedad del equipo de pesca estará situado en el parque de pesca.

Tabla resumen de pesos de los equipos y habilitación y sus centros de gravedad:

EQUIPOS Y HABILITACIÓN					
PARTIDAS	PESO (T)	XG	ZG	Mx (kg*m)	MZ (kg*m)
Habilitación	8,8	31,5	277,2	9,45	83,16
Equipo de gobierno	2,563	-0,6	-1,54	4,60	11,79
Equipo de amarre y fondeo	11,7	43	504,05	6,90	80,88
Equipo de navegación	2	29,4	58,8	11,5	23
Equipo de salvamento	13	7	91	6,9	89,7
Equipos contraincendios	1,5	21	31,5	6,9	10,35
Equipo de sistema Eléctrico	14,9	18,754	279,43	3,60	53,64
Equipos de protección anticorrosiva	4,24	18,754	79,52	3,60	15,26
Equipos de cierres y accesos diversos	11,15	21	234,15	7,42	82,77
Equipo de aire acondicionado	4,41	26,4	116,42	6,90	30,43
Equipo de pesca	57,8	16,200	936,36	4,60	320,12
<b>TOTAL EQUIPOS</b>	<b>132,09</b>	<b>19,74</b>	<b>2606,89</b>	<b>5,90</b>	<b>801,10</b>

Tabla 4.5 Peso total equipos y habilitación



## 5. LASTRE FIJO

Disponemos de un quillote para disminuir el ZG del buque, lo que es favorable desde el punto de vista de la estabilidad. Se supondrá un peso de 20 toneladas basándonos en buques similares.

La misión de éste suele ser corregir el posible trimado negativo en distintas condiciones de carga, además de disminuir el KG, de manera que cumpla holgadamente los criterios de estabilidad.

## 6. PESO TOTAL DEL ROSCA

Se recoge en una tabla resumen los pesos y centros de gravedad de aceros, maquinaria y equipo restante. El resultado final de peso en rosca, así como la posición del centro de gravedad será obtenido después de introducir una partida de lastre fijo y sumarle un margen de 5%.

### RESULTADOS FINALES:

PESO ROSCA					
PARTIDAS	PESO (T)	XG	ZG	Mx (kg*m)	Mz (kg*m)
ACERO	315	18,8	4,7	5907,5	1464,8
MAQUINARIA	201,5	16,2	4,2	3682,6	954,0
EQUIPOS Y HABILITACIÓN	132,1	19,7	5,9	3099,8	821,2
QUILLOTE	20	15	-0,3	300	-6
<b>TOTAL</b>	<b>668,6</b>	<b>18,4</b>	<b>4,4</b>	<b>12989,9</b>	<b>3234,0</b>
margen	11,4		0,2		
<b>TOTAL ROSCA</b>	<b>680</b>	<b>18,4</b>	<b>4,2</b>		

Tabla 6.1 Peso desglose del Rosca

EL resultado del peso en rosca es preliminar. Como se sabe el peso y su situación definitivos sólo pueden determinados después de la realización de la Prueba de Estabilidad.

TOTAL ROSCA			
PESO (T)	XG	ZG	YG
<b>680</b>	<b>18,4</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>

Tabla 6.2 Peso Total del Rosca

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Libro: *“Proyectos de buques y artefactos, Cálculo del desplazamiento”*, Fernando Junco Ocampo. Ingeniería Naval y Oceánica, Universidade de Coruña, Escola Politécnica Superior.
2. Catálogos: Wärtsilä, Palfinger, Optimar, Abbas Cranes, Vicinay Cadenas.
3. Revistas navales: Infomarine, Ingeniería Naval, Rotacion.

---

# CUADERNO 3

---

## COEFICIENTES DE FORMA Y PLANO DE FORMAS

### ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE 600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Las formas del casco en el proyecto de un buque pesquero .....	2
1.1 Estabilidad .....	2
1.2 Hidrodinámica .....	3
1.3 Comportamiento en el mar .....	3
2. Características principales del buque.....	4
3. Plano de formas .....	4
3.1 Justificación de formas.....	4
3.2 Proceso de diseño.....	7
3.3 Cartilla de Trazado .....	10
3.4 Curva de Áreas .....	10
4. Características específicas del casco .....	12
4.1 Bulbo .....	12
4.1.1 Parámetros del bulbo .....	13
4.2 Codaste .....	15
5. Coeficientes de la carena .....	16
6. Plano de formas .....	16
7. Bibliografía.....	17

## 1. LAS FORMAS DEL CASCO EN EL PROYECTO DE UN BUQUE PESQUERO

El diseño del plano de formas de un buque constituye un aspecto fundamental en el proyecto de un buque, ya que determina el comportamiento en el mar.

La definición de formas es un proceso que implica unas exigencias. Esto hace que en la realización de las formas se prioricen determinadas características buscando cumplir criterios definidos en base a las peculiaridades del tipo de buque y su explotación.

La resistencia al avance en el casco del buque objeto de proyecto, se relaciona con la velocidad que se exige al barco en las especificaciones iniciales 13 nudos. Unas formas adecuadas permitirán que para alcanzar la velocidad requerida no sea necesario un sistema propulsor excesivo.

En los buques pesqueros, la capacidad de carga se entiende como la capacidad de bodegas junto con la capacidad de combustible, agua dulce y aceites necesarios. La capacidad de carga 600 m<sup>3</sup>, es un objetivo de proyecto que las formas deben garantizar.

El proyecto de formas de un buque se ven afectados por otros parámetros como pueden ser:

### 1.1 Estabilidad

Un barco pesquero tiene unas características en su explotación que hacen que su seguridad puede verse comprometida por cuestiones de estabilidad, siendo:

- Necesidad de mantener un rumbo que compromete la estabilidad durante el largado y el izado del arte.
- Variación de las situaciones de carga a lo largo de la marea.



- Aparición de fuerzas transversales que le separen de su situación de equilibrio en la maniobra de izado del arte.

La estabilidad en el proyecto se evalúa por medio de los cálculos de estabilidad inicial. Estos cálculos, no garantizan que los buques pesqueros tengan suficiente estabilidad a grandes ángulos para una navegación segura.

Como norma general, se busca evitar secciones en V muy extremas, ya que estas secciones son poco favorables desde el punto de vista de la estabilidad. El uso de popas de espejo, además de dar una mayor superficie de trabajo en la zona de lanzamiento del arte, mejora la estabilidad del buque.

## **1.2 Hidrodinámica**

El comportamiento hidrodinámico en cualquier buque depende de la geometría del volumen sumergido, la distribución de pesos e inercias. En el caso de buques de pesca se pueden considerar barcos relativamente rápidos con números de Froude entorno a 0,4 de manera que la resistencia por formación de olas puede considerarse significativa.

Para mejorar los coeficiente propulsivos es recomendable que el buque tenga un asiento que garantice la adecuada inmersión de la hélice. Este asiento de trazado será como mínimo del orden del 2% de la eslora.

## **1.3 Comportamiento en el mar**

Los buques pesqueros han de tener un adecuado comportamiento en la mar, ya que durante las operaciones de pesca es necesario mantener el rumbo para no perder el arte y la captura. También el poder mantener rumbo para llegar al caladero incluso con mala mar implica una mejor pesca frente a otros competidores.

## 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL BUQUE

Las características principales de mi buque fueron obtenidas en el Cuaderno 1 Predimensionamiento. Y son las siguientes:

$$L_{pp} = 42 \text{ m}$$

$$B = 10.3 \text{ m}$$

$$D_{cp} = 4.6 \text{ m}$$

$$D_{cs} = 6.9 \text{ m}$$

$$T = 4 \text{ m}$$

$$C_b = 0.639$$

$$\Delta = 1133.4 \text{ T}$$

## 3. PLANO DE FORMAS

Para diseñar el plano de formas se pueden seguir varios procedimientos. Creando unas formas nuevas partiendo desde cero, diseño libre, utilizando para los cálculos las series sistemáticas. O realizar una transformación afín a partir de la modificación de las formas de un buque base ya existente de características similares a las del buque proyecto.

### 3.1 Justificación de formas

El método utilizado para generar el plano de formas del buque es la transformación afín, a partir de la modificación de las formas de un buque base ya existente de características similares a las del buque proyecto.

Dado que el buque base de referencia no tiene las dimensiones exactas que nuestro buque proyecto, las formas del buque proyecto se obtienen mediante transformaciones geométricas. Para ello, se aplican unos factores de corrección, para la eslora, la manga y el puntal.

El buque base elegido para la definición de formas posee unas características principales similares a las de mi buque proyecto.

#### BUQUE BASE:

- Lt: 53.2 m
- Lpp: 44 m
- B: 11.2 m
- T: 4.51 m
- Dcp: 4.9 m
- Dcs: 7.2 m
- Cb: 0.646
- Separación entre secciones: 4.4 m
- Separación entre líneas de agua: 0.75 m

Las formas de buque proyecto se obtienen mediante unos factores de escala, para la eslora, para la manga y otro para el puntal. Se calculan dividiendo la dimensión del buque proyecto entre la dimensión del buque base.

	BUQUE PROYECTO	BUQUE BASE	FACTOR ESCALA
<b>ESLORA</b>	42	44	0.954545
<b>MANGA</b>	10.176	11.2	0.908571
<b>PUNTAL</b>	4.634	4.9	0.945714

Tabla 3.1 Factores de escala

A continuación se muestran las cartillas de trazado del buque de referencia y del buque proyecto una vez aplicados los factores de escala.

## BUQUE DE REFERENCIA:

Semimangas de secciones:

Secciones	LB	LA 1	LA 2	LA 3	LA 4	LA 5	LA 6	La 7	LA 8
Estampa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2652,63	3713,68	4362,11
1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	795,79	2858,95	3890,53	4509,47
-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1208,42	3065,26	4008,42	4597,89
-0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1532,63	3242,11	4126,32	4656,84
-0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1856,84	3389,47	4214,74	4745,26
-0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2122,11	3566,32	4332,63	4804,21
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2416,84	3713,68	4421,05	4863,16
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2917,89	3978,95	4627,37	5010,53
1	147,37	176,84	206,32	235,79	1178,95	3360,00	4244,21	4774,74	5128,42
1,5	294,74	560,00	825,26	1149,47	2357,89	3743,16	4480,00	4951,58	5246,32
2	412,63	854,74	1267,37	1768,42	3065,26	4067,37	4656,84	5069,47	5334,74
2,5	530,53	1149,47	1709,47	2416,84	3595,79	4362,11	4863,16	5216,84	5393,68
3	648,42	1444,21	2181,05	2947,37	4008,42	4627,37	5040,00	5334,74	5511,58
4	766,32	2151,58	3124,21	3978,95	4656,84	5069,47	5364,21	5511,58	5600,00
5	1061,05	2917,89	4008,42	4715,79	5128,42	5393,68	5541,05	5600,00	5600,00
6	1532,63	3743,16	4686,32	5157,89	5423,16	5541,05	5600,00	5600,00	5600,00
7	1532,63	4421,05	5157,89	5452,63	5541,05	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00
8	1591,58	4892,63	5423,16	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00
9	1267,37	4951,58	5482,11	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00
10	383,16	5010,53	5511,58	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00
11	0,00	4774,74	5505,68	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00
12	0,00	4450,53	5393,68	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00
13	0,00	3920,00	5069,47	5482,11	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00	5600,00
14	0,00	3242,11	4597,89	5187,37	5482,11	5594,11	5600,00	5600,00	5600,00
15	0,00	2475,79	3920,00	4597,89	4981,05	5594,11	5482,11	5541,05	5600,00
16	0,00	1680,00	3035,79	3772,63	4214,74	5305,26	4892,63	5157,89	5364,21
17	0,00	1031,58	2151,58	2800,00	3271,58	4568,42	4067,37	4421,05	4745,26
17,5	0,00	766,32	1709,47	2269,47	2711,58	3684,21	3536,84	3920,00	4273,68
18	0,00	589,47	1355,79	1797,89	2181,05	3124,21	2917,89	3330,53	3743,16
18,5	0,00	471,58	1120,00	1444,21	1680,00	2534,74	2298,95	2682,11	3153,68
19	0,00	353,68	972,63	1178,95	1267,37	1974,74	1650,53	2004,21	2416,84
19,5	0,00	206,32	884,21	1002,11	972,63	1414,74	943,16	1237,89	1621,05
20	0,00	0,00	766,32	854,74	707,37	884,21	0,00	353,68	825,26
20,25	0,00	0,00	677,89	766,32	589,47	324,21	0,00	0,00	412,63
20,5	0,00	0,00	560,00	618,95	471,58	0,00	0,00	0,00	0,00
20,75	0,00	0,00	235,79	471,58	353,68	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 3.2 Cartilla de trazado del Buque Base

**BUQUE PROYECTO:**

Semimangas de secciones:

SECCIONES		LB	LA 1	LA 2	LA 3	LA 4	LA 5	LA 6	LA 7	LA 8
-1 1/4	-2,625	0	0	0	0	0	0	2,785	3,642	4,178
-1	-2,1	0	0	0	0	0	1,098	2,785	3,642	4,178
-3/4	-1,575	0	0	0	0	0	1,393	2,946	3,749	4,231
-1/2	-1,05	0	0	0	0	0	1,687	3,079	3,83	4,311
0	0	0	0	0	0	0	2,196	3,374	4,017	4,418
1/2	1,05	0	0	0	0	0	2,651	3,615	4,204	4,553
1	2,1	0,134	0,306	0,333	0,379	0,708	2,702	3,856	4,338	4,659
2	4,2	0,375	0,777	1,151	1,606	2,785	3,695	4,231	4,606	4,847
3	6,3	0,589	1,312	1,982	2,678	3,642	4,204	4,579	4,847	5,007
4	8,4	0,696	1,955	2,838	3,615	4,231	4,606	4,874	5,008	5,088
5	10,5	0,964	2,65	3,642	4,285	4,659	4,901	5,034	5,088	5,088
6	12,6	1,393	3,401	4,258	4,686	4,927	5,034	5,088	5,088	5,088
7	14,7	1,393	4,017	4,686	4,954	5,034	5,088	5,088	5,088	5,088
8	16,8	1,446	4,445	4,927	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088
9	18,9	1,151	4,499	4,981	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088
10	21	0,273	4,228	4,933	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088
11	23,1	0	4,338	5,003	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088
12	25,2	0	4,044	4,901	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088
13	27,3	0	3,562	4,606	4,981	5,088	5,088	5,088	5,088	5,088
14	29,4	0	2,946	4,178	4,713	4,981	5,088	5,088	5,088	5,088
15	31,5	0	2,25	3,562	4,178	4,526	5,083	4,981	5,034	5,088
16	33,6	0	1,526	2,758	3,428	3,83	4,149	4,446	4,686	4,874
17	35,7	0	0,938	1,955	2,544	2,973	3,534	3,695	4,017	4,311
18	37,8	0	0,536	1,232	1,634	1,982	2,503	2,651	3,026	3,401
19	39,9	0	0,322	0,884	1,071	1,151	1,407	1,5	1,821	2,196
20	42	0	0	0,696	0,777	0,642	0,294	0	0,321	0,75
20 1/4	42,525	0	0	0,601	0,696	0,535	0	0	0	0
20 1/2	43,05	0	0	0,436	0,506	0,429	0	0	0	0
20 3/4	43,575	0	0	0,291	0,423	0,322	0	0	0	0

Tabla 3.3 Cartilla de Trazado del Buque Proyecto

**3.2 Proceso de diseño**

Para generar el casco de nuestro buque, nos valemos del software de diseño Maxsurf Modeler 20, que nos permite tener una visión 3D de las formas, quedando de esta manera el casco modelado.

Partimos de un diseño de la librería de Maxsurf (Trawler\_1Surface) que posee unas formas ya alisadas. Adaptamos las dimensiones del diseño a nuestro buque proyecto transformando la eslora, manga, puntal, calado y coeficientes de la carena y luego introducimos como markets nuestra cartilla de trazado previamente calculada.



A continuación modificamos la posición longitudinal y las perpendiculares de proa y popa. Introducimos las secciones, líneas de agua y longitudinales. Una vez ajustado comienza un largo trabajo de adaptar las formas del diseño a las formas de nuestro buque ajustando una por una cada curva hasta tener un diseño adecuado con nuestros requisitos.

Por último, una vez que ya tienes tu superficie final ajustada y alisada. Le diseño la quilla y asiento el buque. La quilla tiene una altura de 600 mm. El asiento del buque se calcula como el 2% del la Lpp 42 m, siendo el asiento de 0,84 m.

Obteniendo finalmente la siguiente superficie:

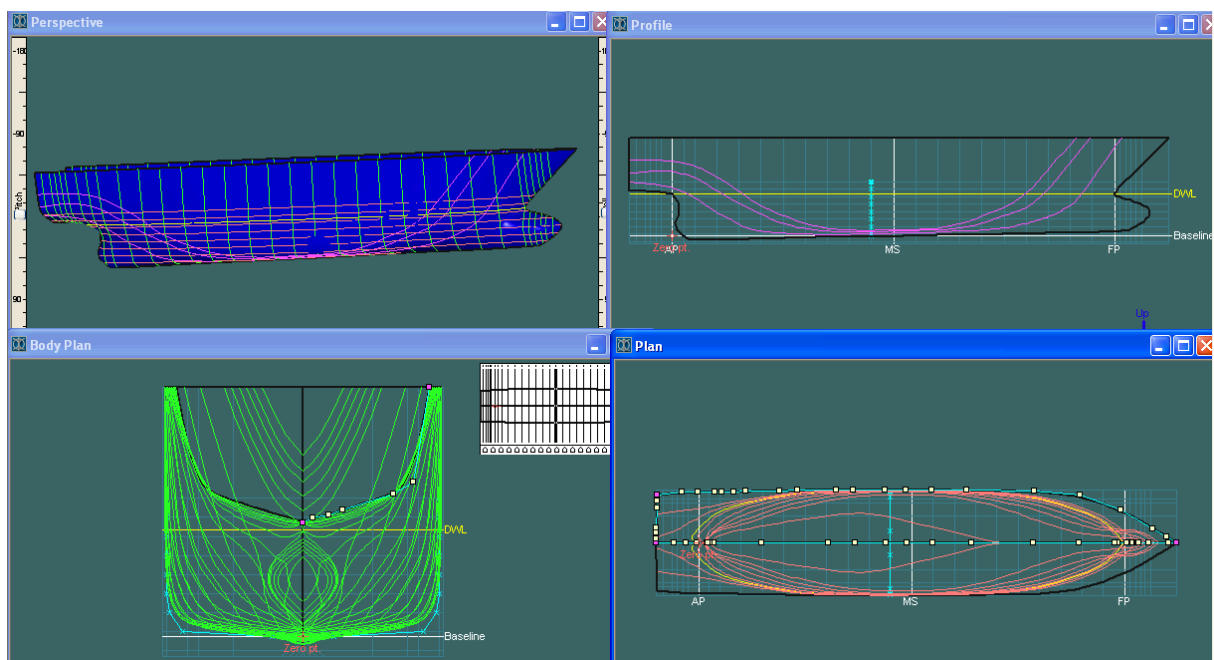


Figura 1. Vistas Diseño

Una vez terminado el diseño del casco calculamos las hidrostáticas que nos las da el software Maxsurf.

Hydrostatics at DWL			
	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1170	t
2	Volume (displaced)	1141.171	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	4.000	m
4	Immersed depth	4.311	m
5	WL Length	43.063	m
6	Beam max extents on	10.292	m
7	Wetted Area	595.516	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	37.705	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	357.513	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.721	
11	Block coeff. (Cb)	0.612	
12	Max Sect. area coeff.	0.906	
13	Waterpl. area coeff. (C)	0.827	
14	LCB length	20.427	from ze
15	LCF length	20.147	from ze
16	LCB %	48.636	from ze
17	LCF %	47.968	from ze
18	KB	2.258	m
19	KG fluid	0.000	m
20	BMT	2.206	m
21	BML	36.171	m
22	Gmt corrected	4.464	m
23	GML	38.429	m
24	KMt	4.464	m
25	KML	38.429	m
26	Immersion (TPc)	3.665	tonne/c
27	MTc	10.703	tonne.m
28	RM at 1 deg = Gmt.Dis	91.134	tonne.m
29	Length:Beam ratio	4.081	
30	Beam:Draft ratio	2.387	
31	Length:Vol <sup>0.333</sup> rati	4.019	
32	Precision	Medium	73 stati

Density (water)

Std. densities

Figura 2. Hidrostáticas

### 3.3 Cartilla de Trazado

Una vez finalizado el modelado, podemos decir que tenemos una nueva cartilla de trazado generada en Maxsurf, que resulta prácticamente igual a la obtenida inicialmente. La diferencia está en la imposibilidad de generar una superficie que se adapte a la perfección a los puntos introducidos en Maxsurf. Se adjunta como Anexo I.

### 3.4 Curva de Áreas

La curva de áreas indica como está distribuido el empuje a lo largo de la carena. En ella se puede ver la variación del área transversal a lo largo de la eslora. El centro del área encerrada en la curva indica la posición del centro longitudinal del centro de carena.



Figura 3. Curva de Áreas

	Area X m	Area Y m <sup>2</sup>	Frame of Reference X m	Frame of Reference Y m <sup>2</sup>
1	-1.064395	0.000000	0.000000	37.512515
2	-0.571917	0.167318	0.000000	0.000000
3	-0.079399	0.652488	21.000000	0.000000
4	0.905637	5.326578	21.000000	37.512515
5	1.890672	12.150787	21.000000	0.000000
6	2.875708	16.001656	42.000000	0.000000
7	3.860744	19.029602	42.000000	37.512515
8	4.845780	21.613599	--	--
9	5.830816	23.974908	--	--
10	6.815852	26.223275	--	--
11	7.800887	28.309340	--	--
12	8.785923	30.208337	--	--
13	9.770959	31.828272	--	--
14	10.755995	33.096673	--	--
15	11.741031	34.248449	--	--
16	12.726067	35.174652	--	--
17	13.711103	35.960200	--	--
18	14.696138	36.588177	--	--
19	15.681174	37.067441	--	--
20	16.666210	37.360753	--	--
21	17.651246	37.512515	--	--
22	18.636282	37.426909	--	--
23	19.621318	37.312921	--	--
24	20.606353	37.082101	--	--
25	21.591389	36.852806	--	--
26	22.576425	36.429877	--	--
27	23.561461	35.926456	--	--
28	24.546497	35.423314	--	--
29	25.531533	34.711025	--	--
30	26.516568	33.674225	--	--
31	27.501604	32.642524	--	--
32	28.486640	31.615891	--	--
33	29.471676	30.180061	--	--
34	30.456712	28.733525	--	--
35	31.441748	27.304525	--	--
36	32.426783	25.519538	--	--
37	33.411819	23.772524	--	--
38	34.396855	21.799441	--	--
39	35.381891	19.756753	--	--
40	36.366927	17.512978	--	--
41	37.351963	15.264994	--	--
42	38.336998	13.059152	--	--
43	39.322034	10.940407	--	--
44	40.307070	8.683885	--	--
45	41.292106	6.620121	--	--
46	42.277142	5.354351	--	--
47	43.262178	4.270497	--	--
48	44.247214	1.875762	--	--
49	44.739731	0.651808	--	--
50	45.232249	0.000000	--	--

## 4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL CASCO

### 4.1 Bulbo

Lo habitual en éste tipo de buques es la disposición de un bulbo en la proa. Con la introducción de éste se busca obtener mejoras como la reducción de la resistencia por formación de olas, esto permite una reducción de la potencia necesaria para desarrollar la velocidad de servicio.

También se logra mejorar las condiciones marinerías del buque al disminuir el posible slamming que tiene lugar en tiempo duros. De esta manera se logran aminorar las posibles averías en los fondos del buque ya que el bulbo proporciona un empuje adicional en la zona de proa.

Vamos a comprobar si nuestro buque proyecto cumple una serie de requisitos para la incorporación del bulbo al buque, obtenidos del libro “Proyecto de Buques y Artefactos I” de Fernando Junco Ocampo.

1.- El coeficiente de bloque del buque proyecto debe ser mayor 0.65 y menor de 0.815. Nuestro buque proyecto tiene un  $C_b = 0.6$ , por lo que no es aconsejable el uso de bulbo, según este requerimiento.

2.- La relación de  $L_{pp}/B$  ha de ser mayor de 5.5 y menos que 7. El buque proyecto no cumple esta relación  $L_{pp}/B = 3.987$

3.- El coeficiente de afinamiento global no debe ser mayor que 0.135 para que sea recomendable que el buque lleve bulbo. Como en el caso del buque proyecto  $C_b \cdot B/L_{pp} = 0.147$  en este caso no sería recomendable la utilización de bulbo.

4.- Es recomendable que lleven bulbo de proa los buques rápidos, es decir, aquellos cuyo número de Froude sea mayor de 0.24 y menor de 0.57. El número de Froude del buque proyecto es igual a 0.33, por lo que si cumple esta condición.

A parte de estas condiciones hay que tener en cuenta un aspecto muy importante que hace que la mayoría de los pesqueros lleven bulbo, que es la reducción del Slamming del buque. El volumen extra en la proa proporcionado por el bulbo ayuda a reducir el cabeceo lo que facilita las labores de pesca.

Debido a todas las consideraciones anteriores nuestro buque proyecto llevará bulbo de proa.

#### 4.1.1 Parámetros del bulbo

Los cálculos del bulbo de proa están sacados del libro “Proyecto Básico del buque mercante”<sup>4</sup> escrito por Ricardo Alvareño, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso y “Predicción de Potencia y optimización del bulbo de Proa en buques pesqueros”<sup>5</sup> de Amadeo García Gómez.

- Altura (h): cumple el criterio básico de  $35\% T < h < 55\% T$ .

$$\frac{h}{T} = \frac{2.2}{4} = 0.55 \rightarrow \text{cumple}$$

- Protuberancia:

$$(100 * x') = 100 * x + k1 * (Cb' - Cb) - k2 * \left(\frac{L}{B}\right)' - \left(\frac{L}{B}\right)$$

Donde:

Los valores con prima son los correspondientes a mi buque base Rio Caxil<sup>2</sup>.

X': 3.4

Cb': 0.59

L/B': 4.2

K1: 8

K2: 0.4

$$\text{Protuberancia} = x = 3.4 \text{ m}$$



- Área: donde  $S_{10}$  es el área sección media y  $S_{20}$  área de la sección de la perpendicular de proa.

$$S_{10} = B * T * Cm = 10.3 * 4 * 0.963 = 39.69$$

$$S_{20} = \frac{40 * N^{\circ}Fn - 3.5}{100} = \frac{40 * 0.33 - 3.5}{100} = 0.097$$

$$A = S_{10} * S_{20} = 39.69 * 0.097 = 3.85 \text{ m}^2$$

- Altura (z): altura máxima en la sección de la perpendicular de proa. los valores son medidos en el diseño del Maxsurf, como el bulbo no empieza en la línea base se hace el siguiente cálculo.

$$Altura z = 4 - 0.465 = 3.535m$$

- Manga: la manga del bulbo es medida en el diseño de Maxsurf.

$$Manga = 2.2 \text{ m}$$

## 4.2 Codaste

Para la definición del contorno de popa es necesario calcular las claras que es conveniente respetar y que se definen en el Reglamento de la Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas<sup>6</sup> Pt. 3 Ch.3 Sec. 2 C 105 de Enero 2009, la de nuestro buque.

Para el cálculo de los huelgos tomo como diámetro máximo 2.8 m y número de palas 4 tomado de mi buque base.

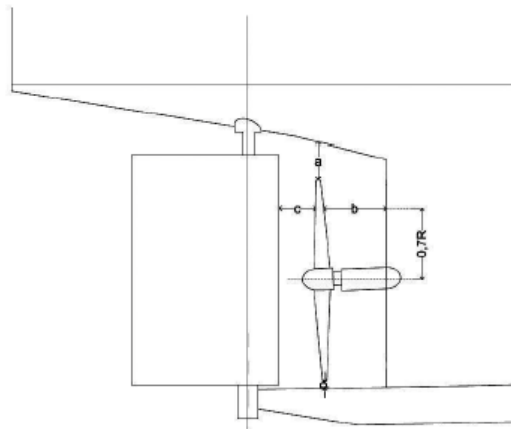


Figura 4. Claras del codaste

$$a = (0.24 - 0.01 * z) * \phi = 0.56 \text{ m}$$

$$b = (0.35 - 0.02 * z) * \phi = 0.76 \text{ m}$$

$$c = 0.1 * \phi = 0.28 \text{ m}$$

$$d = 0.035 * \phi = 0.098 \text{ m}$$

$$0.7 * R = 1.05 \text{ m}$$

Estos son los valores mínimos que se deben cumplir.

DNV	CLARAS PLANOS	CLARAS REQUERIDAS
a	0.859	0.56
b	1.185	0.76
c	0.729	0.28
d	0.355	0.098

Tabla 4.1 Claras del codaste

## 5. COEFICIENTES DE LA CARENA

Los coeficientes de la carena iniciales están calculados a través de las fórmulas que aparecen en el libro “Proyecto Básico del buque mercante”<sup>4</sup> escrito por Ricardo Alvariño, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso. Desglosado en el Cuaderno 1.

En la siguiente tabla se comparan los coeficientes de la carena obtenidos inicialmente y los obtenidos por el software Maxsurf , se puede apreciar que no se han producido cambios significativos.

COEFICIENTES	VALOR INICIAL	MAXSURF
<b>CB</b>	0.6	0.612
<b>CW</b>	0.6192	0.827
<b>CP</b>	0.733	0.72
<b>CM</b>	0.963	0.906

Tabla 5.1 Coeficientes de la Carena

## 6. PLANO DE FORMAS

Se adjunta el Plano de Formas en el Anexo II. El plano de formas está compuesto:

### SECCIONES TRANSVERSALES

Se han dispuesto 30 secciones, separadas 2.1 m.

### LÍNEAS DE AGUA

Se han dispuesto 8 líneas de agua espaciadas 0.7 m a partir de la línea base, el calado de trazado se encuentra a la altura de 4 m.

### LONGITUDINALES

Se han dispuesto 3 longitudinales separados 1.3 m en la semimanga desde el plano de crujía.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Reglamento de la Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas, Enero 2009.
2. Buque base Rio Caxil, obtenida de la revista técnica Ingeniería Naval Enero 2005, se adjuntará al final del documento.
3. “Proyecto de Buques y Artefactos I” de Fernando Junco Ocampo, Universidade da Coruña, Escola Politécnica Superior, 2003.
4. “Proyecto Básico del buque mercante” de Ricardo Alvariño, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso, Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997 (2007 reimp.).
5. “Predicción de Potencia y optimización del bulbo de Proa en buques pesqueros” de Amadeo García Gómez, Madrid: Canal de Experiencias hidrodinámicas 1991.

# ANEXO I

## OFFSETS

Offsets - st -1 3/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	-3.455	0.000	4.180
2	L 1	-3.455	1.300	4.551
3	L 2	-3.455	2.600	5.028
4	L 3	-3.455	3.900	6.120
5	LA 7	-3.455	0.927	4.451
6	LA 8	-3.455	2.917	5.164
7	Edge: Bow, Top	-3.455	0.000	4.180
8	Edge: Bow, Bottom	-3.455	4.750	9.300

Offsets - st -1 1/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	-2.625	0.000	4.170
2	L 1	-2.625	1.300	4.487
3	L 2	-2.625	2.600	4.974
4	L 3	-2.625	3.900	6.206
5	LA 7	-2.625	1.154	4.451
6	LA 8	-2.625	3.000	5.164
7	Edge: Bow, Top	-2.625	0.000	4.170
8	Edge: Bow, Bottom	-2.625	4.820	9.300

Offsets - st -1				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	-2.100	0.000	4.143
2	L 1	-2.100	1.300	4.439
3	L 2	-2.100	2.600	4.930
4	L 3	-2.100	3.900	6.236
5	LA 7	-2.100	1.355	4.451
6	LA 8	-2.100	3.065	5.164
7	Edge: Bow, Top	-2.100	0.000	4.143
8	Edge: Bow, Bottom	-2.100	4.860	9.300



Offsets - st 3/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	-1.575	0.000	4.090
2	L 1	-1.575	1.300	4.378
3	L 2	-1.575	2.600	4.876
4	L 3	-1.575	3.900	6.249
5	LA 7	-1.575	1.599	4.451
6	LA 8	-1.575	3.131	5.164
7	Edge: Bow, Top	-1.575	0.000	4.090
8	Edge: Bow, Bottom	-1.575	4.895	9.300

Offsets - st -1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	-1.050	0.000	4.003
2	L 1	-1.050	1.300	4.294
3	L 2	-1.050	2.600	4.804
4	L 3	-1.050	3.900	6.244
5	LA 7	-1.050	1.859	4.452
6	LA 8	-1.050	3.196	5.165
7	Edge: Bow, Top	-1.050	0.000	4.003
8	Edge: Bow, Bottom	-1.050	4.924	9.300

Offsets - st 0				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	0.000	0.000	3.669
2	L 1	0.000	1.300	3.995
3	L 2	0.000	2.600	4.577
4	L 3	0.000	3.900	6.168
5	DWL	0.000	1.312	4.000
6	LA 6	0.000	0.764	3.742
7	LA 7	0.000	2.380	4.451
8	LA 8	0.000	3.342	5.164
9	Edge: Bow, Top	0.000	0.000	3.669
10	Edge: Bow, Bottom	0.000	4.967	9.300

Offsets - st 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	1.050	0.000	-0.053
2	L 1	1.050	1.300	3.322
3	L 2	1.050	2.600	4.147
4	L 3	1.050	3.900	5.945
5	DWL	1.050	2.373	4.000
6	LA 1	1.050	0.193	0.195
7	LA 2	1.050	0.635	0.905
8	LA 3	1.050	0.580	1.615
9	LA 4	1.050	0.494	2.324
10	LA 5	1.050	1.018	3.032
11	LA 6	1.050	1.914	3.742
12	LA 7	1.050	3.009	4.451
13	LA 8	1.050	3.531	5.164
14	Edge: Bow, Top	1.050	0.000	-0.053
15	Edge: Bow, Bottom	1.050	4.990	9.300

Offsets - st 1				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	2.100	0.000	-0.329
2	L 1	2.100	1.300	1.105
3	L 2	2.100	2.600	3.598
4	L 3	2.100	3.900	5.564
5	DWL	2.100	3.044	4.000
6	LA 1	2.100	0.743	0.195
7	LA 2	2.100	1.215	0.905
8	LA 3	2.100	1.440	1.614
9	LA 4	2.100	1.551	2.323
10	LA 5	2.100	1.965	3.032
11	LA 6	2.100	2.769	3.742
12	LA 7	2.100	3.376	4.451
13	LA 8	2.100	3.736	5.164
14	d 1 55°	2.100	0.148	-0.270
15	Edge: Bow, Top	2.100	0.000	-0.329
16	Edge: Bow, Bottom	2.100	5.000	9.300

Offsets - st 2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	4.200	0.000	-0.304
2	L 1	4.200	1.300	0.225
3	L 2	4.200	2.600	2.228
4	L 3	4.200	3.900	4.358
5	DWL	4.200	3.755	4.000
6	LA 1	4.200	1.264	0.195
7	LA 2	4.200	1.769	0.905
8	LA 3	4.200	2.160	1.614
9	LA 4	4.200	2.670	2.323
10	LA 5	4.200	3.171	3.032
11	LA 6	4.200	3.631	3.742
12	LA 7	4.200	3.934	4.451
13	LA 8	4.200	4.160	5.164
14	d 1 55°	4.200	0.146	-0.269
15	Edge: Bow, Top	4.200	0.000	-0.304
16	Edge: Bow, Bottom	4.200	5.025	9.300

Offsets - st 3				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	6.300	0.000	-0.244
2	L 1	6.300	1.300	0.055
3	L 2	6.300	2.600	1.146
4	L 3	6.300	3.900	3.132
5	DWL	6.300	4.200	4.000
6	LA 1	6.300	1.657	0.195
7	LA 2	6.300	2.450	0.905
8	LA 3	6.300	2.895	1.614
9	LA 4	6.300	3.403	2.323
10	LA 5	6.300	3.849	3.032
11	LA 6	6.300	4.128	3.742
12	LA 7	6.300	4.309	4.451
13	LA 8	6.300	4.455	5.164
14	d 1 55°	6.300	0.087	-0.228
15	Edge: Bow, Top	6.300	0.000	-0.244
16	Edge: Bow, Bottom	6.300	5.071	9.300

Offsets - st 4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	8.400	0.000	-0.186
2	L 1	8.400	1.300	0.022
3	L 2	8.400	2.600	0.444
4	L 3	8.400	3.900	2.113
5	DWL	8.400	4.602	4.000
6	LA 1	8.400	2.016	0.195
7	LA 2	8.400	3.151	0.905
8	LA 3	8.400	3.625	1.614
9	LA 4	8.400	4.013	2.323
10	LA 5	8.400	4.361	3.032
11	LA 6	8.400	4.553	3.742
12	LA 7	8.400	4.674	4.451
13	LA 8	8.400	4.767	5.164
14	d 1 55°	8.400	0.022	-0.183
15	Edge: Bow, Top	8.400	0.000	-0.186
16	Edge: Bow, Bottom	8.400	5.111	9.300

Offsets - st 5				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	10.500	0.000	-0.150
2	L 1	10.500	1.300	0.011
3	L 2	10.500	2.600	0.270
4	L 3	10.500	3.900	1.164
5	DWL	10.500	4.900	4.000
6	LA 1	10.500	2.331	0.195
7	LA 2	10.500	3.688	0.905
8	LA 3	10.500	4.149	1.614
9	LA 4	10.500	4.461	2.323
10	LA 5	10.500	4.726	3.032
11	LA 6	10.500	4.865	3.742
12	LA 7	10.500	4.951	4.451
13	LA 8	10.500	5.011	5.164
14	Edge: Bow, Top	10.500	0.000	-0.150
15	Edge: Bow, Bottom	10.500	5.142	9.300

Offsets - st 6				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	12.600	0.000	-0.120
2	L 1	12.600	1.300	0.008
3	L 2	12.600	2.600	0.186
4	L 3	12.600	3.900	0.736
5	DWL	12.600	5.023	4.000
6	LA 1	12.600	2.648	0.195
7	LA 2	12.600	4.077	0.905
8	LA 3	12.600	4.484	1.614
9	LA 4	12.600	4.752	2.323
10	LA 5	12.600	4.913	3.032
11	LA 6	12.600	5.000	3.742
12	LA 7	12.600	5.055	4.451
13	LA 8	12.600	5.093	5.164
14	Edge: Bow, Top	12.600	0.000	-0.120
15	Edge: Bow, Bottom	12.600	5.149	9.300

Offsets - st 7				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	14.700	0.000	-0.090
2	L 1	14.700	1.300	0.020
3	L 2	14.700	2.600	0.155
4	L 3	14.700	3.900	0.500
5	DWL	14.700	5.065	4.000
6	LA 1	14.700	2.876	0.195
7	LA 2	14.700	4.405	0.905
8	LA 3	14.700	4.756	1.614
9	LA 4	14.700	4.932	2.323
10	LA 5	14.700	5.011	3.032
11	LA 6	14.700	5.054	3.742
12	LA 7	14.700	5.082	4.452
13	LA 8	14.700	5.102	5.164
14	Edge: Bow, Top	14.700	0.000	-0.090
15	Edge: Bow, Bottom	14.700	5.150	9.300

Offsets - st 7				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	14.700	0.000	-0.090
2	L 1	14.700	1.300	0.020
3	L 2	14.700	2.600	0.155
4	L 3	14.700	3.900	0.500
5	DWL	14.700	5.065	4.000
6	LA 1	14.700	2.876	0.195
7	LA 2	14.700	4.405	0.905
8	LA 3	14.700	4.756	1.614
9	LA 4	14.700	4.932	2.323
10	LA 5	14.700	5.011	3.032
11	LA 6	14.700	5.054	3.742
12	LA 7	14.700	5.082	4.452
13	LA 8	14.700	5.102	5.164
14	Edge: Bow, Top	14.700	0.000	-0.090
15	Edge: Bow, Bottom	14.700	5.150	9.300

Offsets - st 8				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	16.800	0.000	-0.060
2	L 1	16.800	1.300	0.044
3	L 2	16.800	2.600	0.167
4	L 3	16.800	3.900	0.403
5	DWL	16.800	5.094	4.000
6	LA 1	16.800	2.846	0.195
7	LA 2	16.800	4.618	0.906
8	LA 3	16.800	4.923	1.615
9	LA 4	16.800	5.033	2.323
10	LA 5	16.800	5.069	3.032
11	LA 6	16.800	5.088	3.742
12	LA 7	16.800	5.102	4.451
13	LA 8	16.800	5.112	5.164
14	Edge: Bow, Top	16.800	0.000	-0.060
15	Edge: Bow, Bottom	16.800	5.150	9.300



Offsets - st 9				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	18.900	0.000	-0.030
2	L 1	18.900	1.300	0.079
3	L 2	18.900	2.600	0.209
4	L 3	18.900	3.900	0.418
5	DWL	18.900	5.118	4.000
6	LA 1	18.900	2.485	0.195
7	LA 2	18.900	4.680	0.905
8	LA 3	18.900	4.962	1.614
9	LA 4	18.900	5.066	2.323
10	LA 5	18.900	5.098	3.032
11	LA 6	18.900	5.114	3.742
12	LA 7	18.900	5.124	4.451
13	LA 8	18.900	5.131	5.164
14	Edge: Bow, Top	18.900	0.000	-0.030
15	Edge: Bow, Bottom	18.900	5.150	9.300

Offsets - st 10				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	21.000	0.000	0.000
2	L 1	21.000	1.300	0.122
3	L 2	21.000	2.600	0.265
4	L 3	21.000	3.900	0.474
5	DWL	21.000	5.109	4.000
6	LA 1	21.000	2.002	0.195
7	LA 2	21.000	4.697	0.905
8	LA 3	21.000	4.967	1.614
9	LA 4	21.000	5.063	2.323
10	LA 5	21.000	5.091	3.032
11	LA 6	21.000	5.106	3.742
12	LA 7	21.000	5.115	4.451
13	LA 8	21.000	5.122	5.164
14	Edge: Bow, Top	21.000	0.000	0.000
15	Edge: Bow, Bottom	21.000	5.150	9.300

Offsets - st 11				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	23.100	0.000	0.031
2	L 1	23.100	1.300	0.173
3	L 2	23.100	2.600	0.323
4	L 3	23.100	3.900	0.513
5	DWL	23.100	5.073	4.000
6	LA 1	23.100	1.502	0.195
7	LA 2	23.100	4.713	0.905
8	LA 3	23.100	4.955	1.614
9	LA 4	23.100	5.032	2.323
10	LA 5	23.100	5.055	3.032
11	LA 6	23.100	5.069	3.742
12	LA 7	23.100	5.080	4.451
13	LA 8	23.100	5.091	5.164
14	Edge: Bow, Top	23.100	0.000	0.031
15	Edge: Bow, Bottom	23.100	5.150	9.300

Offsets - st 12				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	25.200	0.000	0.086
2	L 1	25.200	1.300	0.221
3	L 2	25.200	2.600	0.369
4	L 3	25.200	3.900	0.587
5	DWL	25.200	5.008	4.000
6	LA 1	25.200	1.063	0.195
7	LA 2	25.200	4.476	0.906
8	LA 3	25.200	4.783	1.614
9	LA 4	25.200	4.914	2.323
10	LA 5	25.200	4.968	3.032
11	LA 6	25.200	4.999	3.742
12	LA 7	25.200	5.023	4.452
13	LA 8	25.200	5.044	5.164
14	Edge: Bow, Top	25.200	0.000	0.086
15	Edge: Bow, Bottom	25.200	5.142	9.300

Offsets - st 13				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	27.300	0.000	0.139
2	L 1	27.300	1.300	0.283
3	L 2	27.300	2.600	0.450
4	L 3	27.300	3.900	0.762
5	DWL	27.300	4.914	4.000
6	LA 1	27.300	0.526	0.195
7	LA 2	27.300	4.109	0.905
8	LA 3	27.300	4.517	1.614
9	LA 4	27.300	4.726	2.323
10	LA 5	27.300	4.835	3.032
11	LA 6	27.300	4.897	3.742
12	LA 7	27.300	4.941	4.451
13	LA 8	27.300	4.978	5.164
14	Edge: Bow, Top	27.300	0.000	0.139
15	Edge: Bow, Bottom	27.300	5.120	9.300

Offsets - st 14				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	29.400	0.000	0.185
2	L 1	29.400	1.300	0.366
3	L 2	29.400	2.600	0.583
4	L 3	29.400	3.900	1.205
5	DWL	29.400	4.780	4.000
6	LA 1	29.400	0.075	0.195
7	LA 2	29.400	3.576	0.905
8	LA 3	29.400	4.148	1.614
9	LA 4	29.400	4.464	2.323
10	LA 5	29.400	4.649	3.032
11	LA 6	29.400	4.751	3.742
12	LA 7	29.400	4.824	4.451
13	LA 8	29.400	4.881	5.164
14	Edge: Bow, Top	29.400	0.000	0.185
15	Edge: Bow, Bottom	29.400	5.083	9.300

Offsets - st 15				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	31.500	0.000	0.225
2	L 1	31.500	1.300	0.477
3	L 2	31.500	2.600	0.800
4	L 3	31.500	3.900	1.972
5	DWL	31.500	4.583	4.000
6	LA 2	31.500	2.862	0.905
7	LA 3	31.500	3.668	1.615
8	LA 4	31.500	4.116	2.323
9	LA 5	31.500	4.390	3.032
10	LA 6	31.500	4.541	3.742
11	LA 7	31.500	4.648	4.451
12	LA 8	31.500	4.732	5.164
13	Edge: Bow, Top	31.500	0.000	0.225
14	Edge: Bow, Bottom	31.500	5.025	9.300

Offsets - st 16				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	33.600	0.000	0.252
2	L 1	33.600	1.300	0.628
3	L 2	33.600	2.600	1.185
4	L 3	33.600	3.900	2.760
5	DWL	33.600	4.270	4.000
6	LA 2	33.600	2.098	0.905
7	LA 3	33.600	3.074	1.614
8	LA 4	33.600	3.641	2.323
9	LA 5	33.600	4.009	3.032
10	LA 6	33.600	4.212	3.743
11	LA 7	33.600	4.360	4.451
12	LA 8	33.600	4.479	5.164
13	Edge: Bow, Top	33.600	0.000	0.252
14	Edge: Bow, Bottom	33.600	4.934	9.300

Offsets - st 17				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	35.700	0.000	0.269
2	L 1	35.700	1.300	0.849
3	L 2	35.700	2.600	1.847
4	L 3	35.700	3.900	4.514
5	DWL	35.700	3.765	4.000
6	LA 2	35.700	1.413	0.905
7	LA 3	35.700	2.389	1.614
8	LA 4	35.700	2.982	2.323
9	LA 5	35.700	3.433	3.032
10	LA 6	35.700	3.690	3.742
11	LA 7	35.700	3.884	4.451
12	LA 8	35.700	4.049	5.164
13	Edge: Bow, Top	35.700	0.000	0.269
14	Edge: Bow, Bottom	35.700	4.764	9.300

Offsets - st 18				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	37.800	0.000	0.297
2	L 1	37.800	1.300	1.196
3	L 2	37.800	2.600	2.949
4	L 3	37.800	3.900	7.100
5	DWL	37.800	3.032	4.000
6	LA 2	37.800	0.932	0.905
7	LA 3	37.800	1.705	1.614
8	LA 4	37.800	2.211	2.323
9	LA 5	37.800	2.645	3.032
10	LA 6	37.800	2.942	3.742
11	LA 7	37.800	3.178	4.451
12	LA 8	37.800	3.390	5.164
13	Edge: Bow, Top	37.800	0.000	0.297
14	Edge: Bow, Bottom	37.800	4.412	9.300

Offsets - st 20				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	42.000	0.000	0.465
2	L 1	42.000	1.300	5.521
3	L 2	42.000	2.600	8.416
4	LA 2	42.000	0.501	0.905
5	LA 3	42.000	1.123	1.614
6	LA 4	42.000	1.282	2.323
7	LA 5	42.000	0.937	3.032
8	LA 6	42.000	0.150	3.742
9	LA 7	42.000	0.411	4.451
10	LA 8	42.000	1.088	5.164
11	Edge: Bow, Top	42.000	0.000	0.465
12	Edge: Bow, Bottom	42.000	2.923	9.300
13	Edge: Bow, Left	42.000	0.006	4.026
14	Edge: Bow, Left	42.000	0.005	3.976

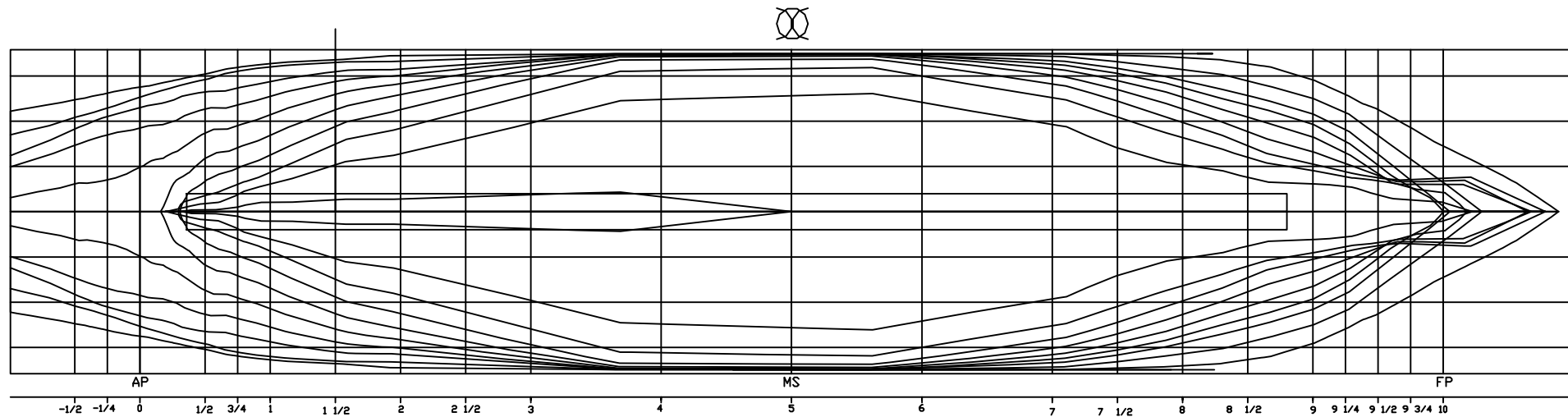
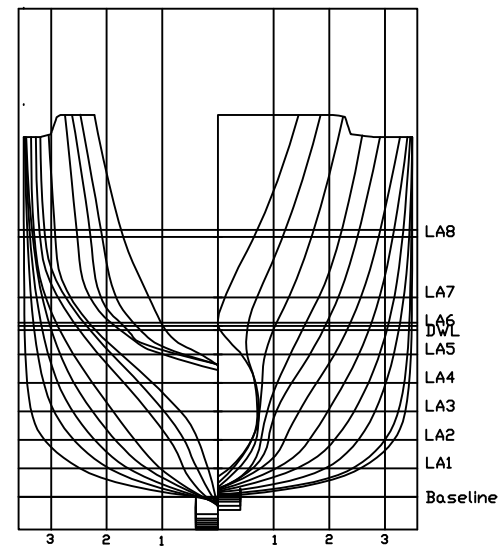
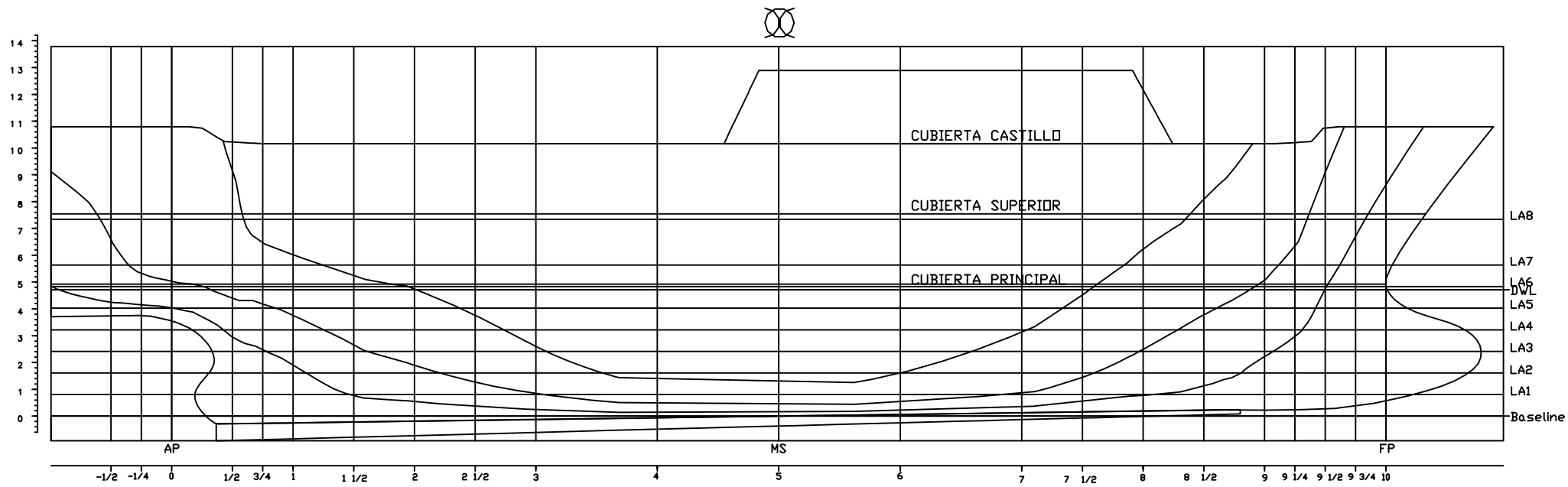
Offsets - st 19				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	39.900	0.000	0.368
2	L 1	39.900	1.300	1.652
3	L 2	39.900	2.600	5.442
4	DWL	39.900	2.066	4.000
5	LA 2	39.900	0.675	0.905
6	LA 3	39.900	1.283	1.614
7	LA 4	39.900	1.522	2.323
8	LA 5	39.900	1.690	3.032
9	LA 6	39.900	1.961	3.742
10	LA 7	39.900	2.242	4.451
11	LA 8	39.900	2.503	5.164
12	Edge: Bow, Top	39.900	0.000	0.368
13	Edge: Bow, Bottom	39.900	3.802	9.300



Offsets - st 20 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	43.050	0.000	0.536
2	L 1	43.050	1.300	6.855
3	LA 2	43.050	0.396	0.905
4	LA 3	43.050	1.064	1.614
5	LA 4	43.050	1.214	2.323
6	LA 5	43.050	0.679	3.032
7	Edge: Bow, Top	43.050	0.000	0.536
8	Edge: Bow, Bottom	43.050	2.384	9.300
9	Edge: Bow, Left	43.050	0.014	5.240
10	Edge: Bow, Left	43.050	0.000	3.529
Offsets - st 20 3/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	43.575	0.000	3.401
2	M	43.575	0.000	0.708
3	L 1	43.575	1.300	7.523
4	LA 2	43.575	0.191	0.905
5	LA 3	43.575	0.928	1.614
6	LA 4	43.575	1.085	2.323
7	LA 5	43.575	0.491	3.032
8	Edge: Bow, Bottom	43.575	2.096	9.300
9	Edge: Bow, Left	43.575	0.013	5.761
10	Edge: Bow, Left	43.575	0.000	3.401
11	Edge: Bow, Left	43.575	0.000	0.708
Offsets - st 20 1/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	M	42.525	0.000	0.485
2	L 1	42.525	1.300	6.188
3	L 2	42.525	2.600	9.139
4	LA 2	42.525	0.481	0.905
5	LA 3	42.525	1.096	1.614
6	LA 4	42.525	1.258	2.323
7	LA 5	42.525	0.822	3.032
8	LA 8	42.525	0.601	5.164
9	Edge: Bow, Top	42.525	0.000	0.485
10	Edge: Bow, Bottom	42.525	2.661	9.300
11	Edge: Bow, Left	42.525	0.013	4.709
12	Edge: Bow, Left	42.525	0.001	3.654

# ANEXO II

## PLANO DE FORMAS



CARACTERÍSTICAS GENERALES
ESLORA TOTAL = 51m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES = 42,00m
MANGA DE TRAZADO = 10,3m
CALADO DE TRAZADO = 4m
PUNTAL CUB. PRINCIPAL = 4,6m
PUNTAL CUB. SUPERIOR = 6,9m



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E. P. S.

GRADO ARQUITECTURA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

NÚMERO: 14 - 104

TÍTULO DEL PROYECTO:

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m3

TÍTULO DEL PLANO:

PLANO DE FORMAS

FECHA: SEPTIEMBRE-2014

ESCALA: 1:200

PLANO Nº: 01

AUTOR:

MARTA FREITAS SANJUÁN

FIRMA:

---

# CUADERNO 4

---

## CÁLCULOS DE ARQUITECTURA NAVAL

### ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE 600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	2
2. Compartimentación del buque.....	2
2.1 Compartimentación transversal.....	2
2.1.1 Clara de cuadernas.....	2
2.1.2 Mamparo de colisión de proa.....	4
2.1.3 Mamparo de pique de popa .....	7
2.1.4 Mamparo de popa de la Cámara de Máquinas.....	7
2.2 Compartimentación Longitudinal.....	9
2.3 Compartimentación Vertical .....	9
2.4 Compartimentación de Espacios de carga.....	10
2.5 Compartimentación de Tanques .....	11
2.5.1 Tanques de Combustibles .....	11
2.5.2 Tanque de uso diario DO.....	13
2.5.3 Tanques de Aceites .....	14
2.5.4 Tanque de lodos y reboses.....	15
2.5.5 Tanques de agua dulce .....	16
2.5.6 Tanques de agua de lastre .....	16
2.5.7 Tanques residuales.....	17
3. Cálculo de capacidades y centros de gravedad de compartimentos .....	18
4. Curvas hidrostáticas .....	46
5. Curvas KN .....	62
6. Zona estanca y puntos de inundación progresiva .....	70
7. Bibliografía.....	71
8. Anexos.....	71



## 1. INTRODUCCIÓN

Los cálculos de la arquitectura naval son diversas herramientas que permiten estimar el comportamiento del buque tanto a nivel hidrodinámico como a nivel hidrostático.

Con el software Hydromax realizaremos la compartimentación, para obtener las siguientes características:

- Las tablas de capacidades de tanques.
- Curvas KN.
- Centros de gravedad.
- Tablas de curvas hidrostáticas.
- Plano de compartimentación.

Se calcularán las capacidades de todos los tanques y se diseñaran con el software Maxsurf Stability. Para la entrada de los datos calculados se ha utilizado el modelo de casco desarrollado en el Cuaderno 3 Formas del buque, elaborado con Maxsurf.

## 2. COMPARTIMENTACIÓN DEL BUQUE

Para hacer la compartimentación del buque distinguimos tres modos según la dirección elegida, transversal, longitudinal y vertical.

### 2.1 Compartimentación transversal

#### 2.1.1 Clara de cuadernas

Para comenzar calcularemos la separación entre cuadernas, ya que todos los mamparos deberán ir colocados en una cuaderna de construcción.

Para ello, se debe considerar el tipo de barco que se proyecta. En este caso es un arrastrero por popa y se toma como Reglamento el Det Norske Veritas Enero 2009. La separación entre cuadernas para buques arrastreros viene dada por:

$$S_L = 0.48 + 0.002 * L$$

Antes del cálculo de la separación de cuadernas, hay que calcular la eslora L.

*“La eslora (L) será igual al 96% de la eslora total en una línea de flotación situada a una distancia de la quilla igual 85% del puntal mínimo de trazado, medida desde el canto alto de la quilla o bien la eslora desde la cara de proa hasta el eje de la mecha del timón para dicha flotación en el casco de que ésta sea mejor”.*

Flotación al 85% =  $0.85 * 4.6 = 3.91$  m

L<sub>flotación</sub> al 85% D = 45.392

L 96% de la Eslora total =  $0.96 * 45.392 = 43.576$  m

Eslora entre la roda y el eje de la mecha del timón = 42.027 m

L = máx [43.576; 42.027]      **L = 43.576 m**

$$S_L = 0.48 + 0.002 * 43,576 = 0,567 \text{ m}$$

Otros buques presentan distinta separación entre cuadernas en las proximidades de proa y popa que las del cuerpo central. Dadas las dimensiones del buque y las referencias de los buques de referencia tomaremos la misma separación entre cuadernas para todo el buque.

La separación entre cuadernas será de 600 mm a lo largo del todo el buque.

### 2.1.2 Mamparo de colisión de proa

Su correcta posición es muy importante dado que está probado que los barcos pueden sufrir abordajes por la zona de proa y además de soportar en la medida de lo posible las presiones a las que son sometidos.

Para calcular el mamparo de colisión utilizaremos la eslora  $L$ ,  $L = 43,576$  m, calculada anteriormente para la separación de cuadernas.

Calcularemos la situación del mamparo de colisión de proa aplicando el Convenio de Torremolinos para la Seguridad de los Buques pesqueros, Capítulo I, Regla 2:22 y el Reglamento DNV Enero 2009, Part 3, Chapter 2, Secc 3 A. al final haremos una comparación para la obtener la mejor situación del mamparo.

Calcularemos la situación del mamparo de colisión de proa aplicando el **Convenio de Torremolinos para la Seguridad de los Buques pesqueros, Capítulo I, Regla 2:22.**

*“Mamparo de colisión es el mamparo estanco que llega a la cubierta de trabajo en la sección de proa del buque y satisface las siguientes condiciones:*

- a. Estar ubicado de modo que diste de la perpendicular de proa:*
  - i) No menos de 0.05L ni más de 0.08L en los buques de eslora igual o superior a 45 m.*
  - ii) No menos de 0.05 L ni mas de 0.05L más de 1.35 m en los buques de eslora inferior a 45 m, salvo que la Administración autorice otra ubicación.*
  - iii) En todo caso, un mínimo de 2.0 m.*
- b) Cuando cualquier parte de la obra viva se extienda a proa de la perpendicular de proa, como por ejemplo hace una proa de bulbo, la distancia estipulada en el apartado a) se medirá desde el punto medio de la prolongación que sobresalga de la perpendicular de proa que diste de ésta 0.015L, si esta dimensión es menor.”*

*El mamparo podrá presentar bayonetas o nichos a condición de que éstos no rebasen los límites fijados en el apartado a).*

Como mi eslora es menor de 45 m, aplico:

$$\text{Distancia mínima} = 0.05 * 43.576 = 2.179 \text{ m}$$

$$\text{Distancia máxima} = (0.05 * 43.576) + 1.35 = 3.529 \text{ m}$$

Dado que se trata de un barco con bulbo, esta distancia se medirá desde la perpendicular de proa más la menor de las 2 siguientes:

- Punto medio que sobresale de la perpendicular de proa = 1.6 m
- El  $0.015 * L$  si esta dimensión es menor :  $0.015 * 43,576 = 0,654 \text{ m}$

Entonces:

$$L = L_{pp} + 0.015 * L = 42 + 0.654 = 42,654 \text{ m}$$

La posición del mamparo según el Convenio Internacional de Torremolinos, será:

$$X_{\text{mínima}} = 42,654 - 2.179 = 40,475 \text{ m}$$

$$X_{\text{máxima}} = 42,654 - 3.529 = 39,124 \text{ m}$$

### **Reglamento el Det Norke Veritas Enero 2009, Part 3, Chapter 2, Secc 3 A**

Aplicando el convenio correspondiente al diseño estructural del casco para buques de menos de 100 m de eslora:

**A 400 Position of collision bulkhead**

**401** The distance  $x_c$  from the perpendicular  $P_F$  to the collision bulkhead is to be taken between the following limits:

$$x_c \text{ (minimum)} = 0.05 L_F - x_r \text{ (m)}$$

$$x_c \text{ (maximum)} = 0.05 L_F + 3 - x_r \text{ (m)}$$

For ships with ordinary bow shape:

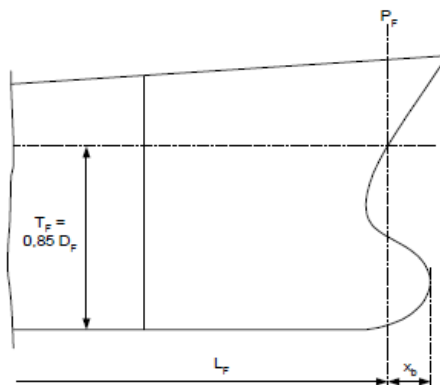
$$x_r = 0.$$

For ships having any part of the underwater body extending forward of  $P_F$  such as a bulbous bow,  $x_r$  is to be taken as the smallest of:

$$x_r = 0.5 x_b \text{ (m)}$$

$$x_r = 0.015 L_F \text{ (m)}$$

$$x_b = \text{distance from } P_F \text{ to the forward end of the bulbous bow, see Fig.1.}$$



**Fig. 1**  
Bulbous bow shape

$$L = 43,576 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 42 \text{ m}$$

Menor valor  $X_r$ :

$$x_r = 0.5 * x_b = 1,5 \text{ m}$$

$$x_r = 0.015 * L = 0.654 \text{ m}$$

$$x_b = 3 \text{ m}$$

$$X_{\text{mínima}} = 0.05 * L - X_r = 1,525 \text{ m}$$

$$X_{\text{máxima}} = 0.05 * L + 3 - X_r = 4,524 \text{ m}$$

$$\text{Distancia mínima} = L_{pp} - X_{\text{min}} = 40,475 \text{ m}$$

$$\text{Distancia máxima} = L_{pp} - X_{\text{máx}} = 37,476 \text{ m}$$

La posición de mamparo de colisión de proa cumpliendo tanto el Reglamento como el Convenio será:

DISTANCIA	DNV	TORREMOLINOS
MÍNIMA	40,475	40,475
MÁXIMA	37,476	39,124

Tabla 2.1. Posición del mamparo de Colisión de proa

De manera que la posición del mamparo cuadre con una cuaderna se colocará a una distancia de 3 m a 39 m popa de la perpendicular de proa y se extenderá hasta la cubierta superior.

Mamparo de colisión de proa en la cuaderna 65.

### 2.1.3 Mamparo de pique de popa

El mamparo de pique de popa limita la posibilidad de entrada de agua en el compartimento inmediato, en este caso la Cámara de Máquinas.

La norma no determina una ubicación exacta tanto de este mamparo como el de proa de la cámara de máquinas.

Debidas a las consideraciones estructurales de los buques pesqueros la distancia entre este mamparo y la perpendicular de popa no debe ser inferior a 4 m.

El mamparo de pique de popa que coincide con el mamparo de popa de cámara de máquinas se situará en la cuaderna 7 a 4,2 m de la perpendicular de popa y se extiende hasta la cubierta principal.

### 2.1.4 Mamparo de popa de la Cámara de Máquinas

Se situará de forma que satisfaga un espacio óptimo para la Cámara de Máquinas y bodega. Teniendo en cuenta la longitud del motor Wärtsilä 8L20 que es de 4.5 m y 1.5



m de la reductora y además suelen ser necesarios unos 4 m más hacen 10 m, por lo tanto, de acuerdo con las cuadernas la Cámara de Maquinas medirá 10,8 m. Se extiende hasta la cubierta principal.

El mamparo de popa de la Cámara de Máquinas está en la cuaderna 25.

*“Para los buques sin mamparos longitudinales en la zona de carga, el número total de los mamparos estancos transversales normalmente no es menos que el dado en la Tabla A1.”*

Table A1 Number of transverse bulkheads		
Ship length in m	Engine room	
	Aft	Elsewhere
L < 65	3	4
65 < L < 85	4	4
85 < L < 100	4	5

Tabla 2.2 Mamparos estancos

#### **Mamparo de popa del tanque de Diesel oil 4**

Se trata de un tanque que se extiende desde la línea base hasta la cubierta superior. Se sitúa en la cuaderna 55 a 33 m de la perpendicular de popa.

#### **Mamparo de popa del local del propulsor de proa**

Es necesario situar un alojamiento para la hélice transversal, teniendo en cuenta el diámetro habitual de estos propulsores es entre 0.6 y 0.8 m, en nuestro barco será de 0.6 m. El alojamiento de este propulsor debe ser unas 3 veces este valor, es decir 1.8 m. Se sitúa en la cuaderna 62 a 37.2 m de la perpendicular de popa.

Resumen de mamparos estancos transversales:

MAMPARO	POS. LONG Ppp	CUADERNA
Pique de popa	4.2 m	7
Proa Cam Maq.	15 m	25
Popa tan DO	33 m	55
Popa Local Prop	37.2 m	62
Colisión de proa	39 m	65

Tabla 2.3 Resumen mamparos

## 2.2 Compartimentación Longitudinal

El reglamento no impone ningún tipo de requerimiento para los buques pesqueros. Se colocará un mamparo en crujía separando estribor y babor de los tanques, para disminuir el efecto producido por superficies libres.

## 2.3 Compartimentación Vertical

Para la compartimentación vertical hacemos la división por cubiertas.

A los buques de pesca se les exige un mínimo de altura del doble fondo de 0.7 m. tomaremos un altura de 1.1 m de altura de doble fondo.

A continuación del doble fondo se extiende la cubierta principal hasta la que llegan los mamparos estancos del pique de popa y de la Cámara de Máquinas. Esta cubierta está a 4.6 m sobre la línea base.

Luego tenemos la cubierta superior hasta la que se extienden el mamparo estanco del tanque de diesel-oil y el mamparo de colisión del pique de proa. Se encuentra a una altura desde la línea base de 6.9 m.

Sobre esta cubierta tenemos la cubierta castillo a una altura de 9.2 m sobre la línea base y por último tenemos el puente de gobierno a una altura de 11.5 m sobre la línea base.

## 2.4 Compartimentación de Espacios de carga

La definición de los espacios se han realizados según el Convenio de Torremolinos, en que se detallan todos los requisitos.

Para el diseño de todos los tanques del buque se utilizará el software Maxsurf Stability Enterprise. Este software nos facilita todo tipo de datos e información sobre los tanques, como centros de gravedad, volúmenes, etc. Nos ayudará a tener una perspectiva en 3D de la situación y diseño de nuestros tanques.

Los espacios de carga están formados por la bodega de carga, que se extiende sobre el doble fondo hasta la cubierta principal, desde el mamparo de proa de la Cámara de Máquinas al mamparo de popa del tanque de Diesel Oil 4. Y el entrepuente que se extiende desde 26,4 m hasta 33 m de la perpendicular de popa.

Se tiene que cumplir el RPA del proyecto 600 m<sup>3</sup> de bodegas, así que hay que disponer la bodega y el entrepuente en los lugares adecuados y calcular los volúmenes netos.

Para el cálculo de la bodega hay que tener en cuenta el aislamiento de las cubiertas, fondo y de los mamparos. Para ello, calcularemos la permeabilidad de las bodegas garantizando que una vez colocados los aislamientos cumplan con los R.P.A. especificado de 600 m<sup>3</sup> de volumen de bodegas.

Espesores de aislamientos:

- En costados: 0.2 m.
- En fondos y techos: 0.25 m.

Estos valores están obtenidos de un Manual de aislamientos industriales.

Cálculo de la permeabilidad:

- Dimensiones de la bodega:  $18 * 10,3 * 3,6 = 667,44 \text{ m}^3$
- Dimensiones bodega con aislamiento:  $18 * 9,9 * 3,1 = 552,42 \text{ m}^3$

Dividimos el primer valor entre el segundo para obtener el valor de la permeabilidad 0,812.

El volumen variará porque la manga del tanque no va a ser la misma en todo el tanque, ya que varía con las formas del casco. Después de diseñar el tanque en Maxsurf Stability Enterprise, el volumen que nos da el programa es de 506 m<sup>3</sup>.

- Dimensiones del entrepuente:  $6.6 * 10.3 * 2.5 = 169,95 \text{ m}^3$
- Dimensiones entrepuente con aislamiento:  $6.6 * 9,9 * 2 = 130,7 \text{ m}^3$

Dividimos el primer valor entre el segundo para obtener el valor de la permeabilidad 0.77.

El volumen variará porque la manga del tanque no va a ser la misma en todo el tanque, ya que varía con las formas del casco. Después de diseñar el tanque en Maxsurf Stability Enterprise, el volumen que nos da el programa es de 125 m<sup>3</sup>.

En total el volumen de las dos bodega será 631 m<sup>3</sup>.

## **2.5 Compartimentación de Tanques**

En la compartimentación de tanques vamos a estimar el peso y el volumen de los principales tanques.

Para los consumos se han dispuesto de los tanques suficientes de combustibles, aceite y agua en función del consumo del motor y del resto de elementos y en función de la autonomía del buque.

### **2.5.1 Tanques de Combustibles**

La capacidad de los tanques de combustible tiene que ser suficiente para satisfacer las necesidades del buque, teniendo en cuenta el consumo específico del motor y la autonomía.

Hay que tener en cuenta que el buque arrastrero no funciona con el motor a plena potencia continuamente durante toda su autonomía, si no que mientras el buque esta faenando el motor trabaja en un 40%.

Cuando el buque va navegando funciona el motor principal a plena potencia sobre un 90%, accionando el alternador de cola movido mediante el P.T.O.

$$P_{\text{navegando}} (90\%) = 1440 \text{ kW}$$

$$13 \text{ días} = 312 \text{ horas}$$

Cuando el buque se encuentra arrastrando, el motor principal trabaja a poca potencia 40% y se acciona el motor auxiliar a plena potencia para la demanda eléctrica del buque, ya que el alternador deja de funcionar.

$$P_{\text{arrastre}} (40\%) = 640 \text{ kW}$$

$$37 \text{ días} = 888 \text{ horas}$$

MOTOR PRINCIPAL	NAVEGANDO (IDA-VUELTA)	CALADERO (ARRASTRE)
Régimen de motor	90%	40%
Potencia (Kw)	1440	640
Consumo (g/kW*h)	195	194
Días	13	37
PESO (T)	87,61	110,25
<b>Consumo Combustible (T)</b>	<b>197,9</b>	
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>240,4</b>	

Tabla 2.4 Motor principal

Los datos de la tabla 2.4 están sacados de catálogo del motor Wärtsilä 8L20.

Consumo de combustible Diesel oil, con una densidad de 0.84 T/m<sup>3</sup>:

$$C_{\text{navegando}} = 195 * 10^{-6} * 1440 * 312 = 87.61 \text{ T}$$

$$C_{\text{faenando}} = 196 * 10^{-6} * 640 * 888 = 110,25 \text{ T}$$

$$Volumen = \frac{197,86}{0.84 * 0.98} = 240,4 \text{ m}^3$$

**Motor Auxiliar:**

Un grupo electrógeno principal, formado por un motor de cuatro tiempos y 6 cilindros Mitsubishi S6R-MPTK, de 741 CV a 1500 rpm. 545.4 kW.

MOTOR AUXILIAR	IDA/VUELTA	CALADERO
Régimen de motor	90%	40%
Potencia (Kw)	491	219
Consumo (g/kW*h)	196	195
Días	13	37
PESO (T)	30	37,9
<b>Consumo (T)</b>	67,9	
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	82,6	

Tabla 2.5 Motor Auxiliar

$$C_{navegando} = 196 * 10^{-6} * 491 * 312 = 30 T$$

$$C_{faenando} = 195 * 10^{-6} * 219 * 888 = 37.9 T$$

$$Volumen = \frac{67.95}{0.84 * 0.98} = 82.6 m^3$$

Debido a las diferentes situaciones de carga le aplicamos a los consumos de combustibles un 10% de margen.

$$Volumen total = 323 + 10\% V_{necesario} = 355.25 m^3$$

	DO
Volumen Necesario	355,5
Volumen disponible	372

Tabla 2.6 Tabla resumen

**2.5.2 Tanque de uso diario DO**

La capacidad destinada para el tanque de uso diario la obtenemos para el buque navegando durante 24 horas y al 100% de la potencia, que es cuando hay un mayor consumo.



$$C_{navegando} = 195 * 10^{-6} * 1600 * 24 = 7.488 T$$

$$Volumen = \frac{7.488}{0.84 * 0.98} = 9.09 m^3$$

Al total de la capacidad hay que añadir el 10% de margen, quedándonos un volumen total de 9.9 m<sup>3</sup>.

El tanque de uso diario de Diesel oil y el de sedimentación tendrán la misma capacidad y están situados en las plataformas de la Cámara de Máquinas.

### 2.5.3 Tanques de Aceites

Se dispondrá de un tanque de aceite en la Cámara de Máquinas en el doble fondo Y otros dos tanques de aceite de reserva y aceite hidráulico.

Para calcular la capacidad de aceite consideramos un consumo de 0,5 g/kW\*h durante 50 días de travesía. Considerando el peso específico del aceite de 0.92 t/m<sup>3</sup>.

$$consumo = 0.5 * 10^{-6} * 1600 * 1200 = 0.96 T$$

$$Volumen = \frac{0.96}{0.92} = 1.04 \approx 1 m^3$$

Al total de la capacidad mínima hay que añadir el 10% de margen.

$$Volumen\ 10\%\ margen = 1.1 m^3$$

Para la estimación del cálculo de la capacidad del tanque de aceite hidráulico tomaremos el mismo que el buque base. La capacidad de aceite hidráulico mínima es 2 m<sup>3</sup>.

Se instalará un único tanque de aceite de capacidad de 3.4 m<sup>3</sup> situado en el doble fondo de la Cámara de Máquinas.

Los equipos para el tratamiento de combustible y aceite instalados en el arrastrero son:

- Una separadora centrífuga de gasoil Alfa Laval MAB-103.
- Dos unidades Illante-CJC HDU 15/25 para el filtrado de aceite hidráulico.
- Un filtro para el tratamiento de gasoil del motor principal.
- Dos filtros finos uno para el tratamiento del aceite del motor y otro para el tratamiento del aceite de la reductora.

Los modelos de los equipos mencionados están basados en el buque base<sup>4</sup> Rio Caxil.

#### 2.5.4 Tanque de lodos y reboses

El tanque de lodos está situado en el doble fondo de la Cámara de Máquinas.

Se calcula la capacidad necesaria para el tanque de lodos siguiendo la Regla 12.1 del Anexo I, Capítulo 3, parte A del MARPOL en donde el volumen mínimo se halla:

$$V = k_1 * C * D$$

Donde:

**K<sub>1</sub>**: 0.005 para los buques que utilicen diesel-oil y fuel-oil que no necesita ser purificado antes del uso.

**C**: consumo de combustible diario en T

**D**: periodo máximo de travesía en que se puedan descargar los fangos, 50 días.

$$V = 0.005 * 7.488 * 50 = 1.872 \text{ m}^3$$

A este valor hay que añadirle un 10% de margen, quedándonos un volumen de 2.06 m<sup>3</sup>.

Se diseñará un único tanque para lodos y reboses con una capacidad de 2.5 m<sup>3</sup>.

### 2.5.5 Tanques de agua dulce

Se sitúan cerca de los puntos de consumo como la Cámara de Máquinas para reducir las longitudes de tuberías.

Hay tener en cuenta que hay 19 tripulantes y que estos pueden consumir una media de 125 L de agua al día, dentro de estos litros se encuentran el agua de consumo y el agua técnica, durante 50 días de travesía haría falta un tanque de 118,75 m<sup>3</sup>.

Hoy en día los buques llevan generadores de agua dulce, como es el caso de mi proyecto. Llevará dos equipos generadores de agua dulce a bordo. Por lo que no hará falta llevar el total del agua necesaria a bordo.

Para el cálculo del consumo de los tanques de agua dulce.

$$V_{consumo\ agua} = consumo * \frac{Autonomia}{V_s * 24} * Tripulantes * \frac{1}{Densidad} * 10^{-3}$$

$$V_{consumo\ agua} = 125 * \frac{1200}{13 * 24} * 19 * \frac{1}{1.025} * 10^{-3} = 9,13\ m^3$$

El agua dulce estará repartida en 2 tanques situado en situado a popa de la Cámara de Máquinas con una capacidad total de 23,5 L.

### 2.5.6 Tanques de agua de lastre

Los tanques de lastre están situados en el pique de proa y en el extremo más a popa de la cubierta superior hasta la perpendicular de popa.

Los tanques de agua de lastre se llenan de agua de mar con el objetivo de facilitar la navegación del buque complementando los pesos cuando no satisfacen las necesidades de estabilidad y trimados, bien por falta de carga, bien por haber gastado los consumos.

Para el cálculo del agua de lastre utilizaremos el calado mínimo, este calado garantiza que la hélice quede totalmente sumergida para una buena navegación.

$$T_{min} = \emptyset + 10\% \text{ o } 20\% = 2.8 + (2.8 * 0.1) = 3.08$$

$$\Delta \text{ para el } T_{min} = 842,5 \text{ T}$$

$$P_{ROSCA} = 680 \text{ T}$$

$$P_{LASTRE \text{ NECESARIO}} = 842,5 - 680 = 162,5 \text{ T}$$

$$V_{LASTRE} = \frac{162,5}{1,025} = 159 \text{ m}^3$$

El buque llevará un lastre de 165 m<sup>3</sup> repartido en 3 taques, 2 en el pique de popa con un total de 83,3 m<sup>3</sup> y uno en el pique de proa de 78,9 m<sup>3</sup>.

## 2.5.7 Tanques residuales

Los tanques de aguas residuales están formados por las aguas grises y aguas negras. Para la estimación de estos tanques utilizaremos la norma ISO-15749-1 2005<sup>6</sup>.

**Tabla 2**  
Cantidad mínima de agua de desecho

Tipo de buque	Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros			
	Planta sin vacío		Planta con vacío	
	Aguas negras	Aguas negras y grises	Aguas negras	Aguas negras y grises
Buques de pasaje	70	230	25	185
Buques de alta mar exceptuando los de pasaje	70	180	25	135
Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.				
NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.				

Figura 2.7 Valores de aguas residuales

Como el buque posee una planta de tratamiento de aguas residuales, tomaremos los valores de planta con vacío.

$$\text{Aguas negras y grises} = 135 * 19 * 2 = 5 \text{ m}^3$$

El tanque estará situado en el doble fondo de la Cámara de Máquinas y tendrá capacidad para 2 días mientras el barco permanezca en puerto.

El plano de compartimentación de los tanque se adjuntará en el Anexo I.

### 3. CÁLCULO DE CAPACIDADES Y CENTROS DE GRAVEDAD DE COMPARTIMENTOS

Se presenta las capacidades y centros de gravedad de los compartimentos obtenidos con el software Maxsurf Stability Enterprise. Para hacer los cálculos estimamos una permeabilidad del 98% y unas densidades variables dependiendo del tipo de fluido contenido.

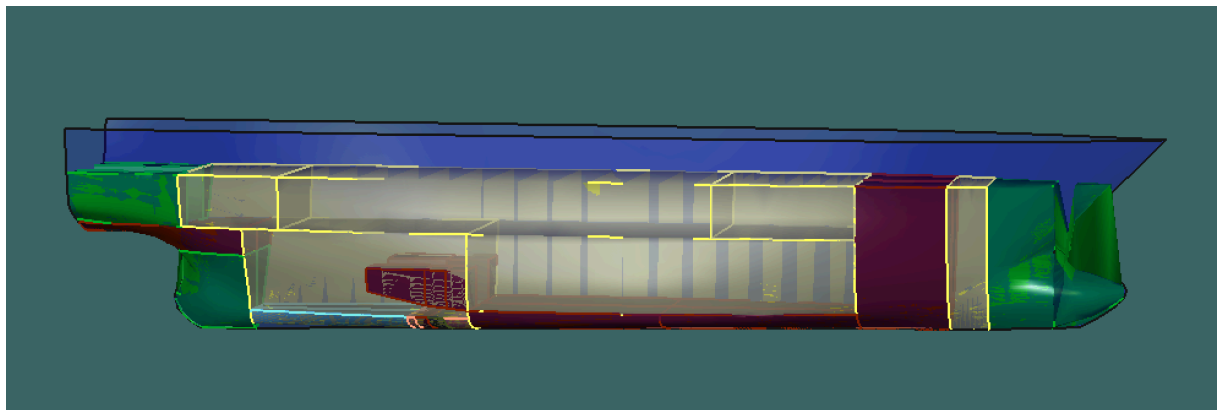


Figura 3.1 Compartimentación

A continuación, adjuntamos los resultados obtenidos por el Maxsurf Stability Enterprise.

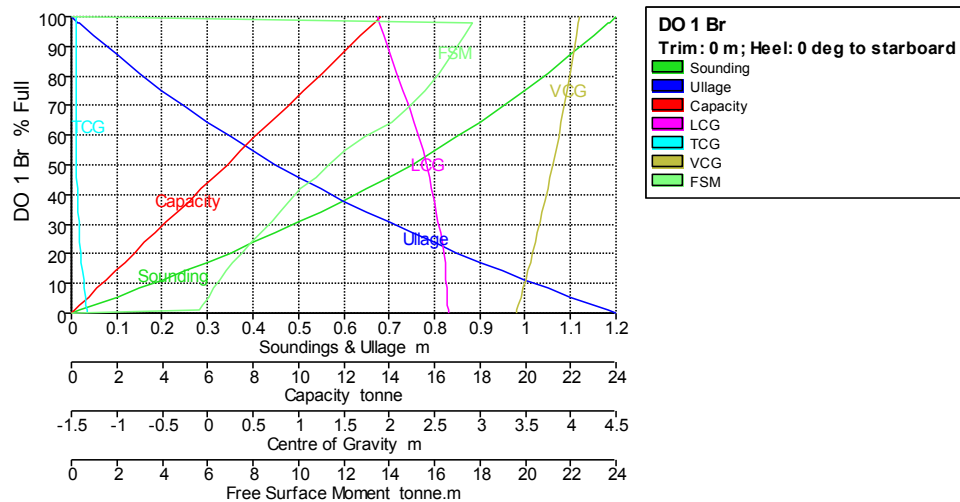
NUMERO	TANQUES	FLUIDO	CAPACIDAD m <sup>3</sup>	CAPACIDAD T	LCG m	TCG m	VCG m
1	DO 1 Br	Diesel	16.245	13.646	1.867	-1.448	4.097
2	DO 1 Es	Diesel	16.245	13.646	1.867	1.448	4.097
3	DO 2 Br	Diesel	35.108	29.491	19.382	-2.037	0.650
4	DO 2 Es	Diesel	35.108	29.491	19.382	2.037	0.650
5	DO 3 Br	Diesel	22.045	18.518	27.803	-1.656	0.738
6	DO 3 Es	Diesel	22.045	18.518	27.803	1.656	0.738
7	DO 4 Br	Diesel	93.135	78.234	34.988	-1.876	4.137
8	DO 4 Es	Diesel	92.195	77.444	34.988	1.876	4.137
9	DO 5 Br	Diesel	10.095	8.480	11.723	-3.319	2.310
10	Do 5 Es	Diesel	10.095	8.480	11.723	3.319	2.310
11	DO uso diario Br	Diesel	5.179	4.350	14.506	-3.431	2.098
12	DO uso diario Es	Diesel	5.179	4.350	14.506	3.431	2.098
13	Sedimentacion Br	Diesel	4.769	4.006	13.507	-3.395	2.151
14	Sedimentacion Es	Diesel	4.769	4.006	13.507	3.395	2.151
15	Pique proa	Agua lastre	78.850	80.821	40.860	0.000	4.195
16	Lastre popa 1 Br	Agua lastre	23,840	19.040	-1.337	-2.885	5.971
17	Lastre popa 1 Es	Agua lastre	23,830	19.040	-1.337	2.885	5.971
18	Lastre popa 2 Br	Agua lastre	17.839	18.285	2.801	-0.910	1.950
19	Lastre popa 2 Es	Agua lastre	17.839	18.285	2.801	0.910	1.950
20	Agua dulce 1 Br	Agua dulce	11.767	11.767	8.555	-1.198	0.391
21	Agua dulce 1 Es	Agua dulce	11.767	11.767	8.555	1.198	0.391
22	Residuales	Residuales	5.319	5.319	14.403	0.000	0.399
23	Aceite	Aceite	3.415	3.142	13.402	0.000	0.397
24	Lodos	Lodos	2.480	2.083	12.701	0.000	0.397
25	Cofferdam Br		0.807	0.807	12.201	-1.554	0.396
26	Cofferdam Es		0.807	0.807	12.201	1.554	0.396

Tabla 3.1 Capacidad de los tanques y cdg



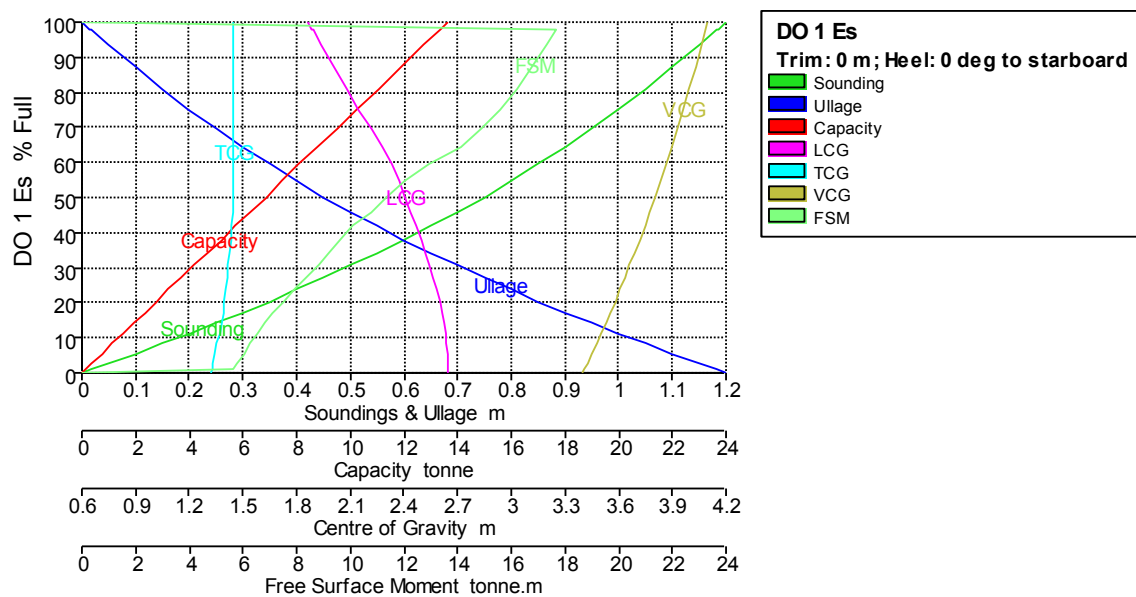
**COMBUSTIBLE DIESEL OIL:**

DO 1 Br:



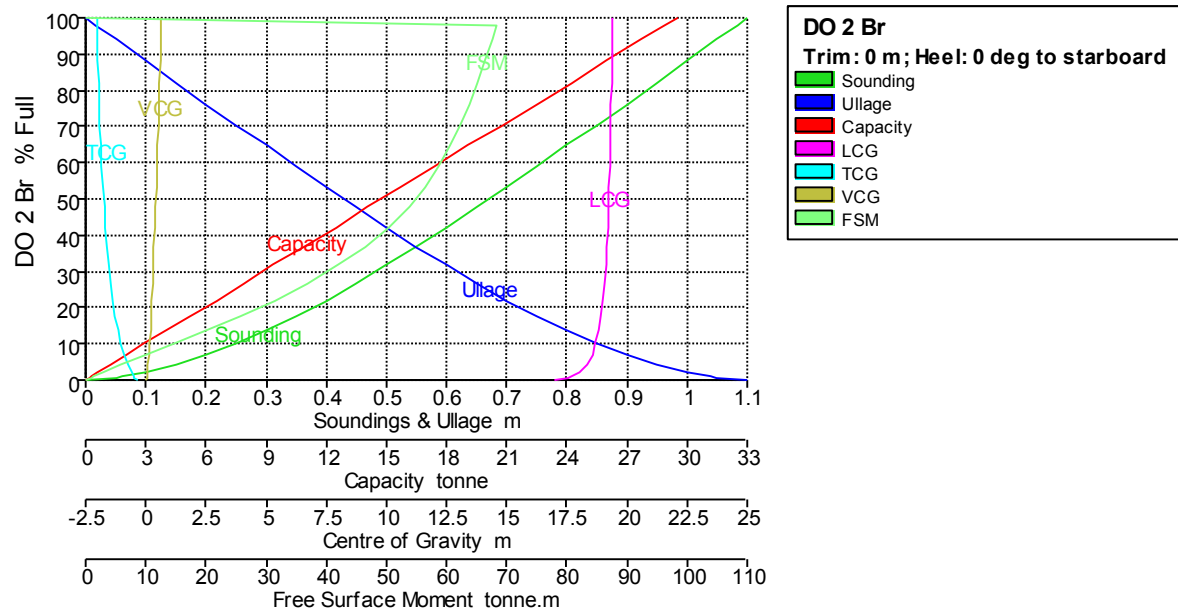
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 1 Br	1.200	0.000	100.00	16.245	13.646	1.867	-1.448	4.097	0.000
	1.185	0.015	98.000	15.920	13.373	1.888	-1.448	4.087	17.701
	1.184	0.016	97.900	15.904	13.359	1.889	-1.448	4.087	17.693
	1.150	0.050	93.424	15.177	12.749	1.937	-1.447	4.064	17.319
	1.100	0.100	87.081	14.146	11.883	2.007	-1.446	4.030	16.774
	1.050	0.150	80.987	13.156	11.051	2.078	-1.446	3.996	16.196
	1.000	0.200	75.156	12.209	10.256	2.147	-1.447	3.963	15.572
	0.950	0.250	69.594	11.306	9.497	2.214	-1.448	3.930	14.885
	0.900	0.300	64.309	10.447	8.776	2.275	-1.450	3.898	14.095
	0.850	0.350	59.325	9.637	8.095	2.329	-1.450	3.866	12.916
	0.800	0.400	54.659	8.879	7.459	2.371	-1.447	3.835	12.043
	0.750	0.450	50.230	8.160	6.854	2.407	-1.444	3.805	11.317
	0.700	0.500	45.970	7.468	6.273	2.441	-1.440	3.776	10.794
	0.650	0.550	41.894	6.806	5.717	2.471	-1.436	3.747	10.117
	0.600	0.600	38.007	6.174	5.186	2.496	-1.430	3.718	9.634
	0.550	0.650	34.265	5.566	4.676	2.518	-1.424	3.690	9.194
	0.500	0.700	30.626	4.975	4.179	2.541	-1.418	3.662	8.824
	0.450	0.750	27.092	4.401	3.697	2.564	-1.412	3.634	8.329
	0.400	0.800	23.681	3.847	3.232	2.585	-1.405	3.607	7.925
	0.350	0.850	20.390	3.312	2.782	2.605	-1.398	3.580	7.511
	0.300	0.900	17.241	2.801	2.353	2.618	-1.389	3.553	7.108
	0.250	0.950	14.214	2.309	1.940	2.624	-1.378	3.527	6.796
	0.200	1.000	11.251	1.828	1.535	2.630	-1.367	3.501	6.531
	0.150	1.050	8.350	1.356	1.139	2.635	-1.356	3.476	6.275
	0.100	1.100	5.509	0.895	0.752	2.640	-1.346	3.450	6.026
	0.050	1.150	2.726	0.443	0.372	2.645	-1.335	3.425	5.777
	0.018	1.182	1.000	0.162	0.136	2.648	-1.328	3.409	5.623
	0.000	1.200	0.000	0.000	0.000	2.650	-1.324	3.400	0.000

## DO 1 Es:

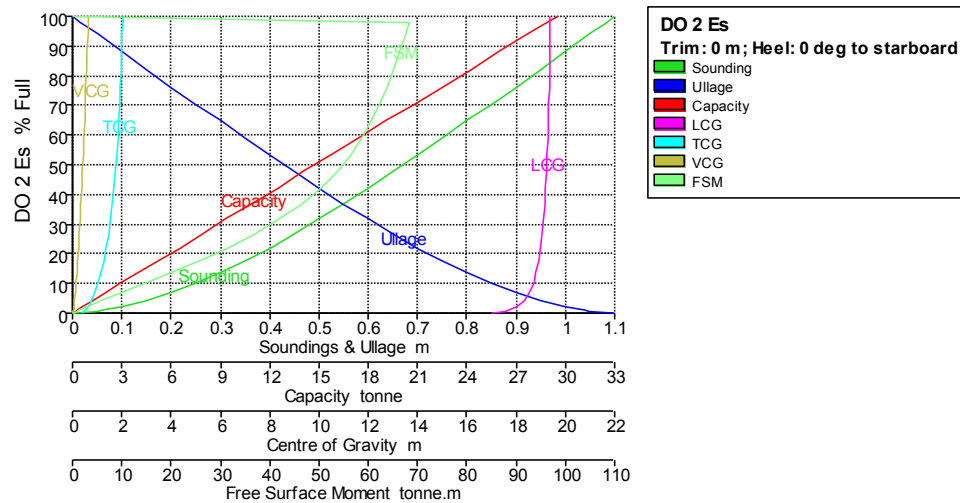


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 1 Es	1.200	0.000	100.00	16.245	13.646	1.867	1.448	4.097	0.000
	1.185	0.015	98.000	15.920	13.373	1.888	1.448	4.087	17.701
	1.184	0.016	97.900	15.904	13.359	1.889	1.448	4.087	17.693
	1.150	0.050	93.424	15.177	12.749	1.937	1.447	4.064	17.319
	1.100	0.100	87.081	14.146	11.883	2.007	1.446	4.030	16.774
	1.050	0.150	80.987	13.156	11.051	2.078	1.446	3.996	16.196
	1.000	0.200	75.156	12.209	10.256	2.147	1.447	3.963	15.572
	0.950	0.250	69.594	11.306	9.497	2.214	1.448	3.930	14.885
	0.900	0.300	64.309	10.447	8.776	2.275	1.450	3.898	14.095
	0.850	0.350	59.325	9.637	8.095	2.329	1.450	3.866	12.916
	0.800	0.400	54.659	8.879	7.459	2.371	1.447	3.835	12.043
	0.750	0.450	50.230	8.160	6.854	2.407	1.444	3.805	11.317
	0.700	0.500	45.970	7.468	6.273	2.441	1.440	3.776	10.794
	0.650	0.550	41.894	6.806	5.717	2.471	1.436	3.747	10.117
	0.600	0.600	38.007	6.174	5.186	2.496	1.430	3.718	9.634
	0.550	0.650	34.265	5.566	4.676	2.518	1.424	3.690	9.194
	0.500	0.700	30.626	4.975	4.179	2.541	1.418	3.662	8.824
	0.450	0.750	27.092	4.401	3.697	2.564	1.412	3.634	8.329
	0.400	0.800	23.681	3.847	3.232	2.585	1.405	3.607	7.925
	0.350	0.850	20.390	3.312	2.782	2.605	1.398	3.580	7.511
	0.300	0.900	17.241	2.801	2.353	2.618	1.389	3.553	7.108
	0.250	0.950	14.214	2.309	1.940	2.624	1.378	3.527	6.796
	0.200	1.000	11.251	1.828	1.535	2.630	1.367	3.501	6.531
	0.150	1.050	8.350	1.356	1.139	2.635	1.356	3.476	6.275
	0.100	1.100	5.509	0.895	0.752	2.640	1.346	3.450	6.026
	0.050	1.150	2.726	0.443	0.372	2.645	1.335	3.425	5.777
	0.018	1.182	1.000	0.162	0.136	2.648	1.328	3.409	5.623
	0.000	1.200	0.000	0.000	0.000	2.650	1.324	3.400	0.000

## DO 2 Br:

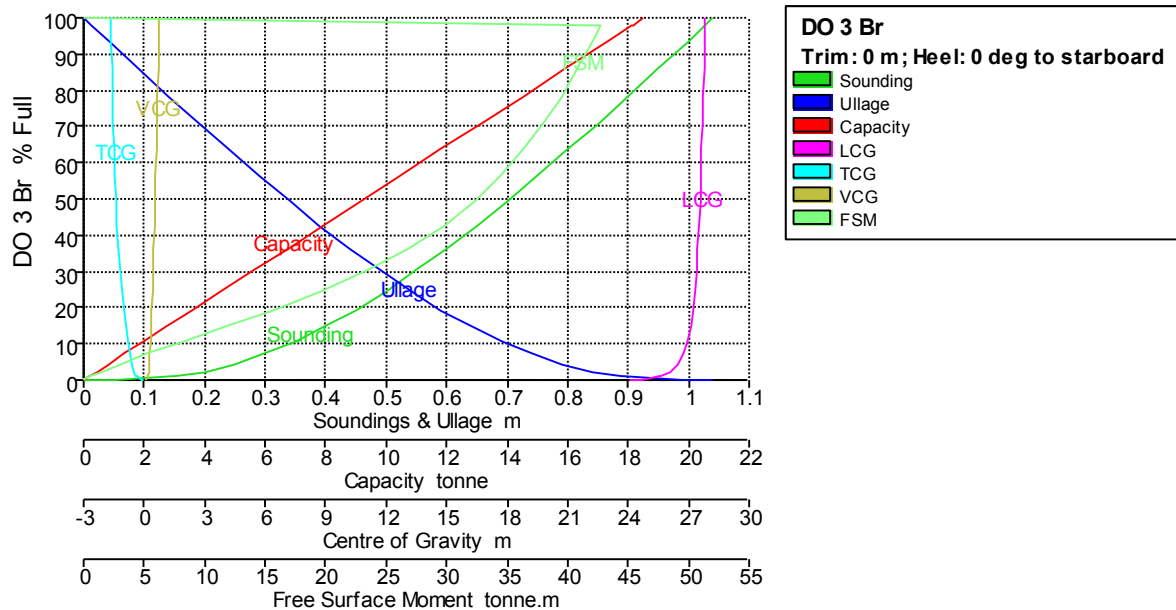


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 2 Br	1.100	0.000	100.00	35.108	29.491	19.382	-2.037	0.650	0.000
	1.083	0.017	98.000	34.406	28.901	19.379	-2.030	0.641	68.309
	1.082	0.018	97.900	34.371	28.871	19.379	-2.030	0.641	68.291
	1.050	0.050	94.018	33.008	27.727	19.373	-2.015	0.623	67.558
	1.000	0.100	88.069	30.919	25.972	19.363	-1.991	0.596	66.400
	0.950	0.150	82.156	28.844	24.229	19.352	-1.965	0.569	65.125
	0.900	0.200	76.284	26.782	22.497	19.339	-1.936	0.541	63.756
	0.850	0.250	70.456	24.736	20.778	19.324	-1.905	0.514	62.244
	0.800	0.300	64.677	22.707	19.074	19.307	-1.869	0.486	60.569
	0.750	0.350	58.956	20.698	17.386	19.287	-1.830	0.458	58.647
	0.700	0.400	53.301	18.713	15.719	19.262	-1.785	0.429	56.441
	0.650	0.450	47.727	16.756	14.075	19.233	-1.734	0.401	53.769
	0.600	0.500	42.255	14.835	12.461	19.199	-1.677	0.371	50.502
	0.550	0.550	36.914	12.960	10.886	19.158	-1.611	0.342	46.544
	0.500	0.600	31.741	11.144	9.361	19.110	-1.538	0.312	41.921
	0.450	0.650	26.775	9.400	7.896	19.053	-1.456	0.282	36.784
	0.400	0.700	22.062	7.745	6.506	18.987	-1.364	0.251	31.279
	0.350	0.750	17.649	6.196	5.205	18.908	-1.263	0.220	25.641
	0.300	0.800	13.590	4.771	4.008	18.813	-1.151	0.189	20.101
	0.250	0.850	9.942	3.490	2.932	18.697	-1.028	0.157	14.826
	0.200	0.900	6.769	2.376	1.996	18.549	-0.894	0.125	9.969
	0.150	0.950	4.137	1.452	1.220	18.345	-0.753	0.093	5.878
	0.100	1.000	2.107	0.740	0.621	18.039	-0.610	0.060	2.842
	0.062	1.038	1.000	0.351	0.295	17.696	-0.507	0.036	1.314
	0.050	1.050	0.730	0.256	0.215	17.571	-0.476	0.028	0.966
	0.000	1.100	0.000	0.000	0.000	17.020	-0.358	0.000	0.000

DO 2 Es:

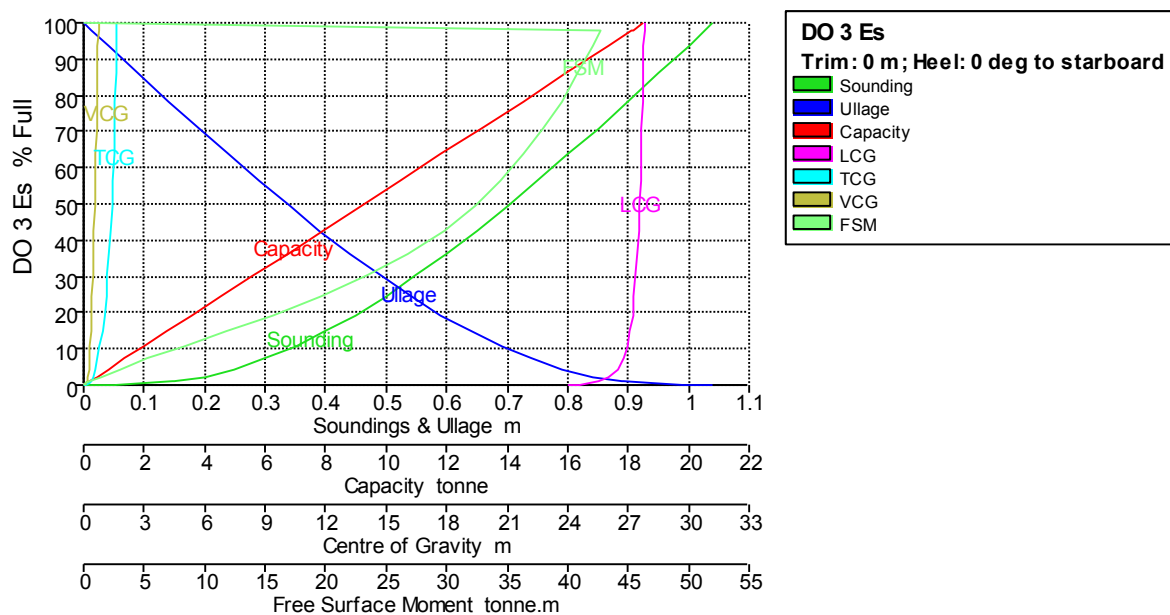
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 2 Es	1.100	0.000	100.000	35.108	29.491	19.382	2.037	0.650	0.000
	1.083	0.017	98.000	34.406	28.901	19.379	2.030	0.641	68.309
	1.082	0.018	97.900	34.371	28.871	19.379	2.030	0.641	68.291
	1.050	0.050	94.018	33.008	27.727	19.373	2.015	0.623	67.558
	1.000	0.100	88.069	30.919	25.972	19.363	1.991	0.596	66.400
	0.950	0.150	82.156	28.844	24.229	19.352	1.965	0.569	65.125
	0.900	0.200	76.284	26.782	22.497	19.339	1.936	0.541	63.756
	0.850	0.250	70.456	24.736	20.778	19.324	1.905	0.514	62.244
	0.800	0.300	64.677	22.707	19.074	19.307	1.869	0.486	60.569
	0.750	0.350	58.956	20.698	17.386	19.287	1.830	0.458	58.647
	0.700	0.400	53.301	18.713	15.719	19.262	1.785	0.429	56.441
	0.650	0.450	47.727	16.756	14.075	19.233	1.734	0.401	53.769
	0.600	0.500	42.255	14.835	12.461	19.199	1.677	0.371	50.502
	0.550	0.550	36.914	12.960	10.886	19.158	1.611	0.342	46.544
	0.500	0.600	31.741	11.144	9.361	19.110	1.538	0.312	41.921
	0.450	0.650	26.775	9.400	7.896	19.053	1.456	0.282	36.784
	0.400	0.700	22.062	7.745	6.506	18.987	1.364	0.251	31.279
	0.350	0.750	17.649	6.196	5.205	18.908	1.263	0.220	25.641
	0.300	0.800	13.590	4.771	4.008	18.813	1.151	0.189	20.101
	0.250	0.850	9.942	3.490	2.932	18.697	1.028	0.157	14.826
	0.200	0.900	6.769	2.376	1.996	18.549	0.894	0.125	9.969
	0.150	0.950	4.137	1.452	1.220	18.345	0.753	0.093	5.878
	0.100	1.000	2.107	0.740	0.621	18.039	0.610	0.060	2.842
	0.062	1.038	1.000	0.351	0.295	17.696	0.507	0.036	1.314
	0.050	1.050	0.730	0.256	0.215	17.571	0.476	0.028	0.966
	0.000	1.100	0.000	0.000	0.000	17.020	0.358	0.000	0.000

## DO 3 Br:



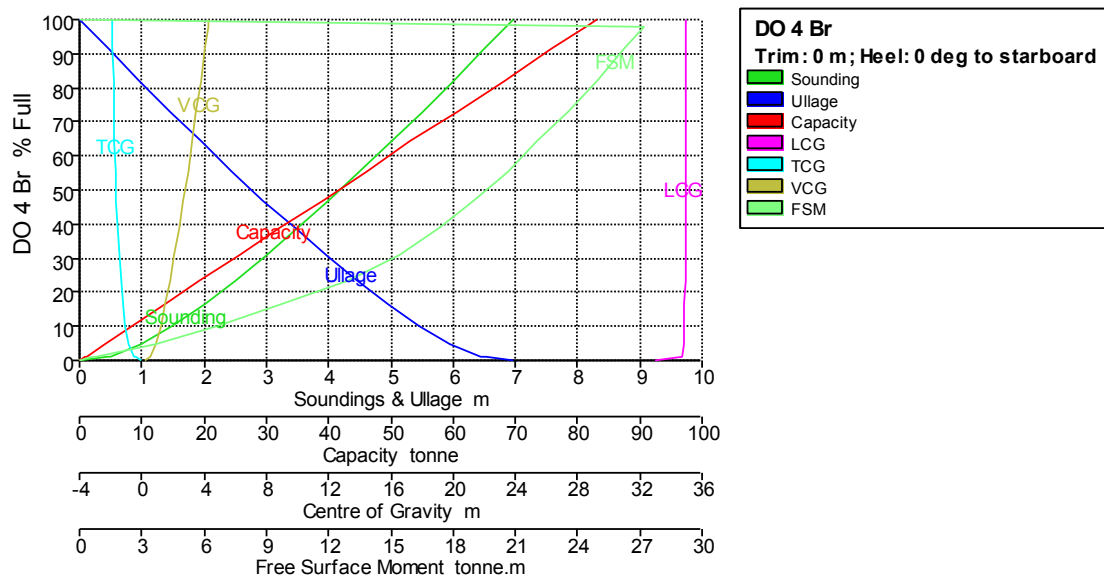
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 3 Br	1.040	0.000	100.000	22.045	18.518	27.803	-1.656	0.738	0.000
	1.028	0.013	98.000	21.604	18.147	27.797	-1.649	0.731	42.683
	1.027	0.013	97.900	21.582	18.129	27.796	-1.649	0.731	42.668
	1.000	0.040	93.685	20.653	17.348	27.782	-1.633	0.715	42.043
	0.950	0.090	85.974	18.953	15.921	27.755	-1.602	0.687	40.829
	0.900	0.140	78.376	17.278	14.513	27.725	-1.568	0.658	39.500
	0.850	0.190	70.905	15.631	13.130	27.691	-1.530	0.629	38.018
	0.800	0.240	63.580	14.016	11.774	27.654	-1.488	0.599	36.371
	0.750	0.290	56.428	12.440	10.449	27.612	-1.441	0.569	34.489
	0.700	0.340	49.478	10.907	9.162	27.565	-1.387	0.539	32.315
	0.650	0.390	42.770	9.429	7.920	27.513	-1.327	0.508	29.775
	0.600	0.440	36.350	8.013	6.731	27.454	-1.260	0.477	26.822
	0.550	0.490	30.275	6.674	5.606	27.387	-1.184	0.445	23.427
	0.500	0.540	24.604	5.424	4.556	27.308	-1.100	0.413	19.655
	0.450	0.590	19.402	4.277	3.593	27.215	-1.009	0.380	15.696
	0.400	0.640	14.731	3.247	2.728	27.099	-0.910	0.347	11.825
	0.350	0.690	10.646	2.347	1.971	26.951	-0.805	0.314	8.265
	0.300	0.740	7.200	1.587	1.333	26.750	-0.697	0.279	5.267
	0.250	0.790	4.432	0.977	0.821	26.465	-0.588	0.244	2.970
	0.200	0.840	2.374	0.523	0.440	26.054	-0.481	0.208	1.389
	0.150	0.890	1.037	0.229	0.192	25.567	-0.370	0.171	0.471
	0.148	0.892	1.000	0.220	0.185	25.549	-0.366	0.170	0.449
	0.100	0.940	0.322	0.071	0.060	25.090	-0.252	0.134	0.100
	0.050	0.990	0.043	0.010	0.008	24.601	-0.127	0.097	0.007
	0.000	1.040	0.000	0.000	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000

## DO 3 Es:



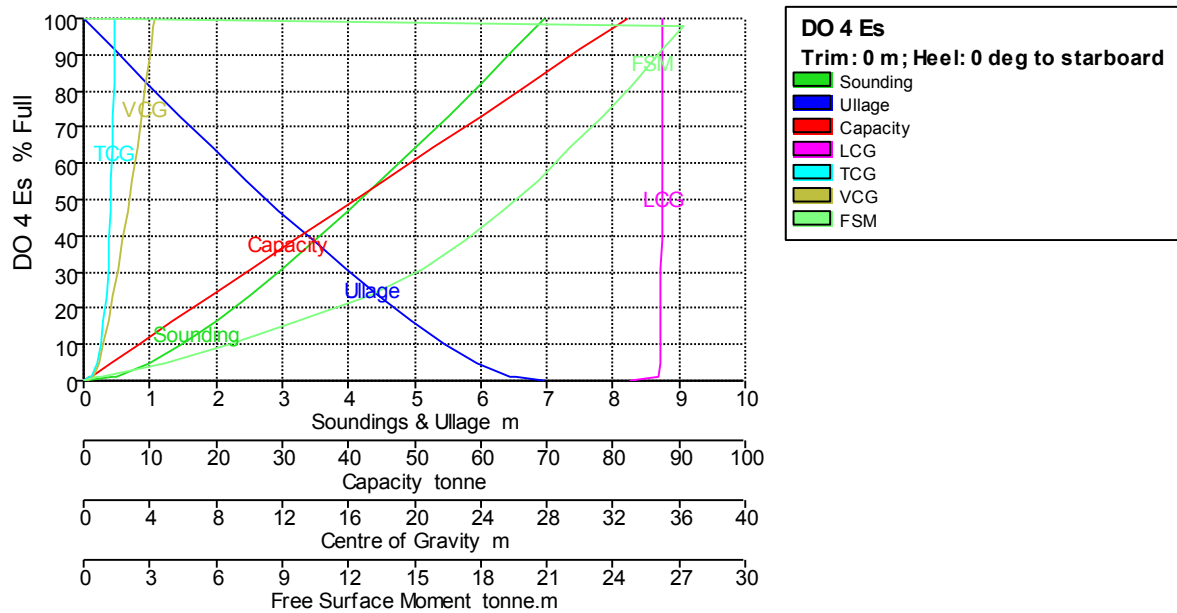
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 3 Es	1.040	0.000	100.000	22.045	18.518	27.803	1.656	0.738	0.000
	1.028	0.013	98.000	21.604	18.147	27.797	1.649	0.731	42.683
	1.027	0.013	97.900	21.582	18.129	27.796	1.649	0.731	42.668
	1.000	0.040	93.685	20.653	17.348	27.782	1.633	0.715	42.043
	0.950	0.090	85.974	18.953	15.921	27.755	1.602	0.687	40.829
	0.900	0.140	78.376	17.278	14.513	27.725	1.568	0.658	39.500
	0.850	0.190	70.905	15.631	13.130	27.691	1.530	0.629	38.018
	0.800	0.240	63.580	14.016	11.774	27.654	1.488	0.599	36.371
	0.750	0.290	56.428	12.440	10.449	27.612	1.441	0.569	34.489
	0.700	0.340	49.478	10.907	9.162	27.565	1.387	0.539	32.315
	0.650	0.390	42.770	9.429	7.920	27.513	1.327	0.508	29.775
	0.600	0.440	36.350	8.013	6.731	27.454	1.260	0.477	26.822
	0.550	0.490	30.275	6.674	5.606	27.387	1.184	0.445	23.427
	0.500	0.540	24.604	5.424	4.556	27.308	1.100	0.413	19.655
	0.450	0.590	19.402	4.277	3.593	27.215	1.009	0.380	15.696
	0.400	0.640	14.731	3.247	2.728	27.099	0.910	0.347	11.825
	0.350	0.690	10.646	2.347	1.971	26.951	0.805	0.314	8.265
	0.300	0.740	7.200	1.587	1.333	26.750	0.697	0.279	5.267
	0.250	0.790	4.432	0.977	0.821	26.465	0.588	0.244	2.970
	0.200	0.840	2.374	0.523	0.440	26.054	0.481	0.208	1.389
	0.150	0.890	1.037	0.229	0.192	25.567	0.370	0.171	0.471
	0.148	0.892	1.000	0.220	0.185	25.549	0.366	0.170	0.449
	0.100	0.940	0.322	0.071	0.060	25.090	0.252	0.134	0.100
	0.050	0.990	0.043	0.010	0.008	24.601	0.127	0.097	0.007
	0.000	1.040	0.000	0.000	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000

## DO 4 Br:

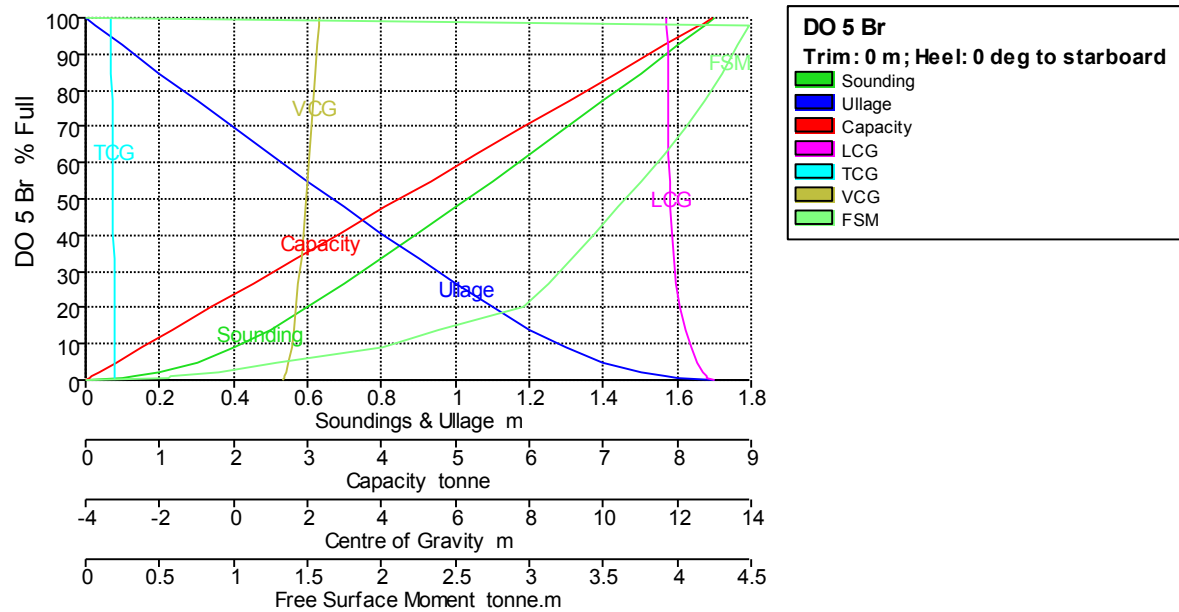


Tank Name	Soundin g m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
DO 4 Br	6.656	0.000	100.000	93.135	78.234	34.988	-1.876	4.137	0.000
	6.555	0.100	98.000	91.273	76.669	34.987	-1.869	4.081	26.402
	6.550	0.105	97.900	91.180	76.591	34.987	-1.869	4.078	26.388
	6.500	0.156	96.898	90.246	75.807	34.986	-1.865	4.051	26.248
	6.000	0.656	87.062	81.085	68.112	34.980	-1.826	3.774	24.891
	5.500	1.156	77.411	72.097	60.562	34.974	-1.783	3.498	23.556
	5.000	1.656	67.968	63.302	53.174	34.967	-1.736	3.220	22.043
	4.500	2.156	58.747	54.715	45.960	34.959	-1.683	2.942	20.603
	4.000	2.656	49.767	46.351	38.935	34.950	-1.621	2.661	18.969
	3.500	3.156	41.063	38.244	32.125	34.939	-1.549	2.378	17.314
	3.000	3.656	32.683	30.439	25.569	34.926	-1.460	2.092	15.359
	2.500	4.156	24.716	23.019	19.336	34.910	-1.350	1.800	12.970
	2.000	4.656	17.370	16.178	13.589	34.891	-1.214	1.504	9.713
	1.500	5.156	10.862	10.116	8.498	34.863	-1.050	1.208	6.624
	1.000	5.656	5.351	4.984	4.187	34.823	-0.821	0.903	3.716
	0.500	6.156	1.389	1.293	1.087	34.770	-0.457	0.582	0.826
	0.426	6.230	1.000	0.931	0.782	34.760	-0.391	0.533	0.526
	0.000	6.656	0.000	0.000	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000



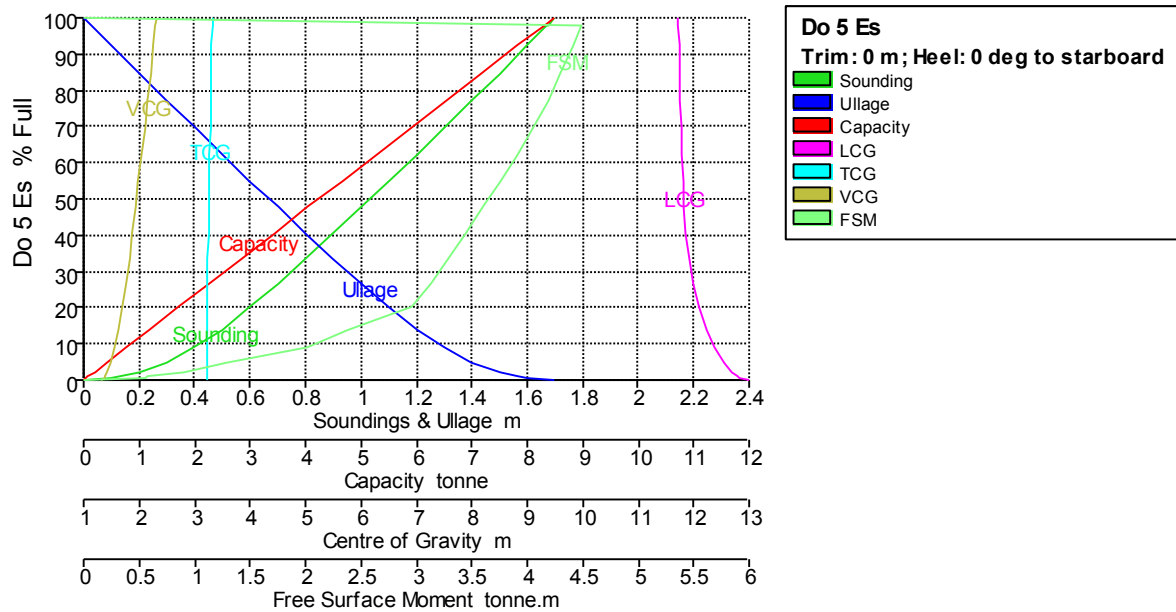
DO 4 Es:

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 4 Es	6.656	0.000	100.000	92.195	77.444	34.988	1.876	4.137	0.000
	6.555	0.100	98.000	90.351	75.895	34.987	1.869	4.081	26.402
	6.550	0.105	97.900	90.259	75.817	34.987	1.869	4.078	26.388
	6.500	0.156	96.898	89.335	75.041	34.986	1.865	4.051	26.248
	6.000	0.656	87.062	80.266	67.424	34.980	1.826	3.774	24.891
	5.500	1.156	77.411	71.369	59.950	34.974	1.783	3.498	23.556
	5.000	1.656	67.968	62.663	52.637	34.967	1.736	3.220	22.043
	4.500	2.156	58.747	54.162	45.496	34.959	1.683	2.942	20.603
	4.000	2.656	49.767	45.883	38.541	34.950	1.621	2.661	18.969
	3.500	3.156	41.063	37.858	31.800	34.939	1.549	2.378	17.314
	3.000	3.656	32.683	30.132	25.311	34.926	1.460	2.092	15.359
	2.500	4.156	24.716	22.787	19.141	34.910	1.350	1.800	12.970
	2.000	4.656	17.370	16.014	13.452	34.891	1.214	1.504	9.713
	1.500	5.156	10.862	10.014	8.412	34.863	1.050	1.208	6.624
	1.000	5.656	5.351	4.934	4.144	34.823	0.821	0.903	3.716
	0.500	6.156	1.389	1.280	1.076	34.770	0.457	0.582	0.826
	0.426	6.230	1.000	0.922	0.774	34.760	0.391	0.533	0.526
	0.000	6.656	0.000	0.000	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000

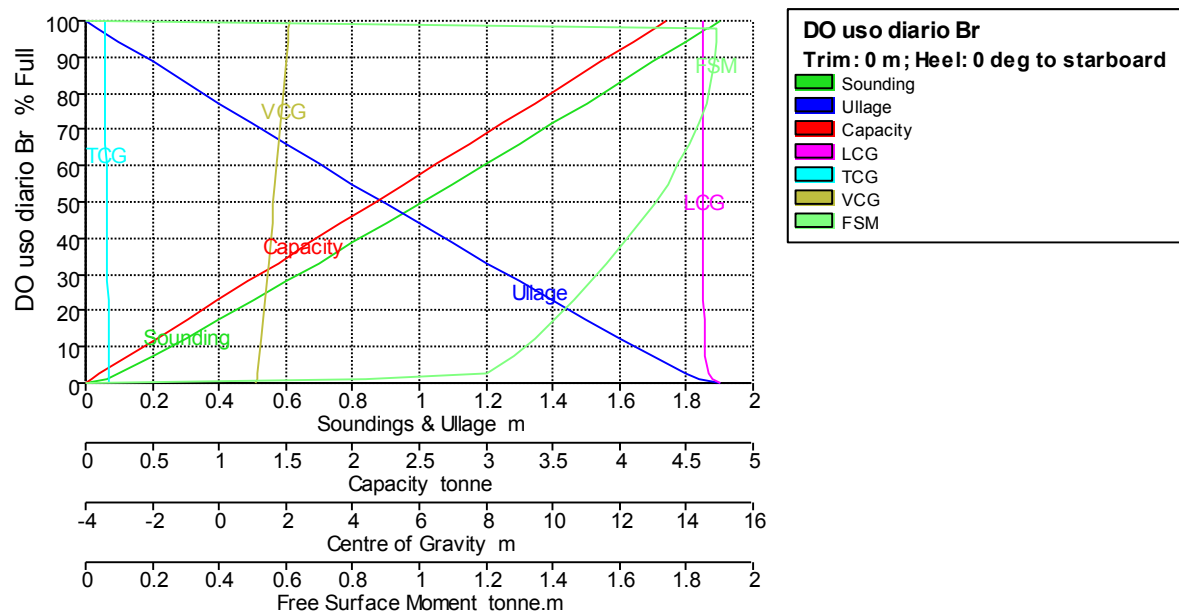
DO 5 Br:

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 5 Br	1.700	0.000	100.000	10.095	8.480	11.723	-3.319	2.310	0.000
	1.674	0.026	98.000	9.893	8.310	11.725	-3.317	2.296	4.490
	1.673	0.027	97.900	9.883	8.302	11.725	-3.317	2.296	4.488
	1.600	0.100	92.307	9.318	7.827	11.731	-3.311	2.257	4.413
	1.500	0.200	84.676	8.548	7.180	11.741	-3.303	2.203	4.303
	1.400	0.300	77.115	7.785	6.539	11.752	-3.294	2.150	4.184
	1.300	0.400	69.631	7.029	5.905	11.766	-3.285	2.096	4.056
	1.200	0.500	62.234	6.283	5.277	11.782	-3.276	2.042	3.911
	1.100	0.600	54.931	5.545	4.658	11.802	-3.267	1.988	3.761
	1.000	0.700	47.731	4.818	4.048	11.827	-3.257	1.933	3.606
	0.900	0.800	40.640	4.103	3.446	11.860	-3.249	1.878	3.443
	0.800	0.900	33.661	3.398	2.854	11.906	-3.241	1.821	3.284
	0.700	1.000	26.795	2.705	2.272	11.975	-3.234	1.762	3.129
	0.600	1.100	20.043	2.023	1.700	12.087	-3.231	1.699	2.960
	0.500	1.200	13.939	1.407	1.182	12.232	-3.229	1.633	2.390
	0.400	1.300	8.950	0.903	0.759	12.377	-3.227	1.566	2.014
	0.300	1.400	4.994	0.504	0.423	12.537	-3.225	1.498	1.291
	0.200	1.500	2.274	0.230	0.193	12.675	-3.221	1.433	0.902
	0.132	1.568	1.000	0.101	0.085	12.780	-3.218	1.387	0.571
	0.100	1.600	0.585	0.059	0.050	12.824	-3.217	1.366	0.560
	0.000	1.700	0.000	0.000	0.000	12.984	-3.212	1.300	0.000

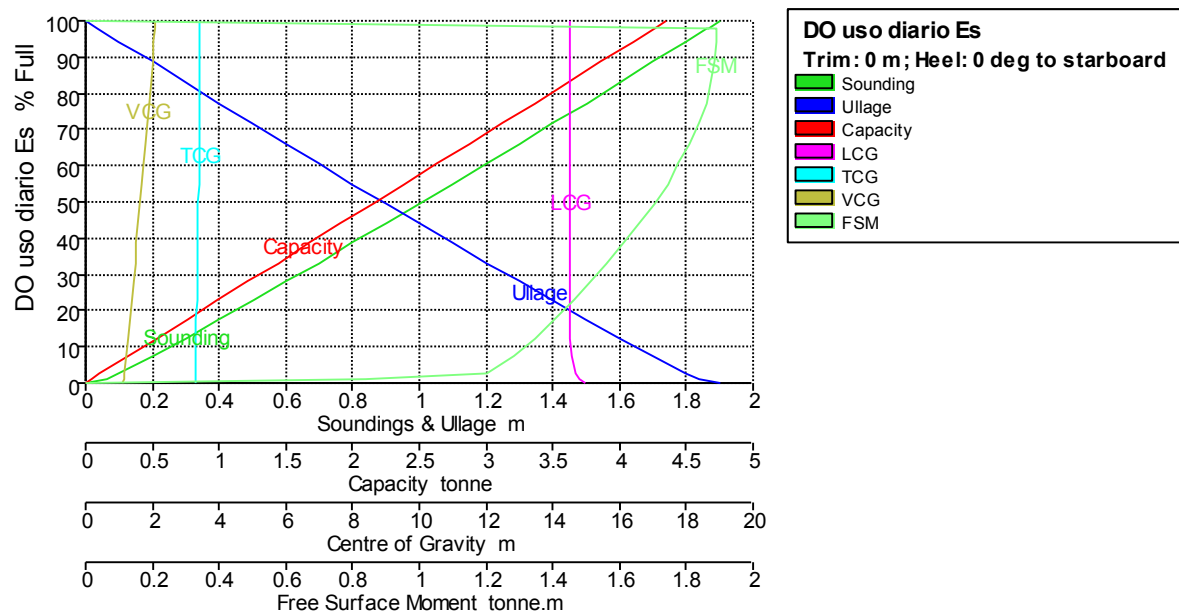
## DO 5 Es:



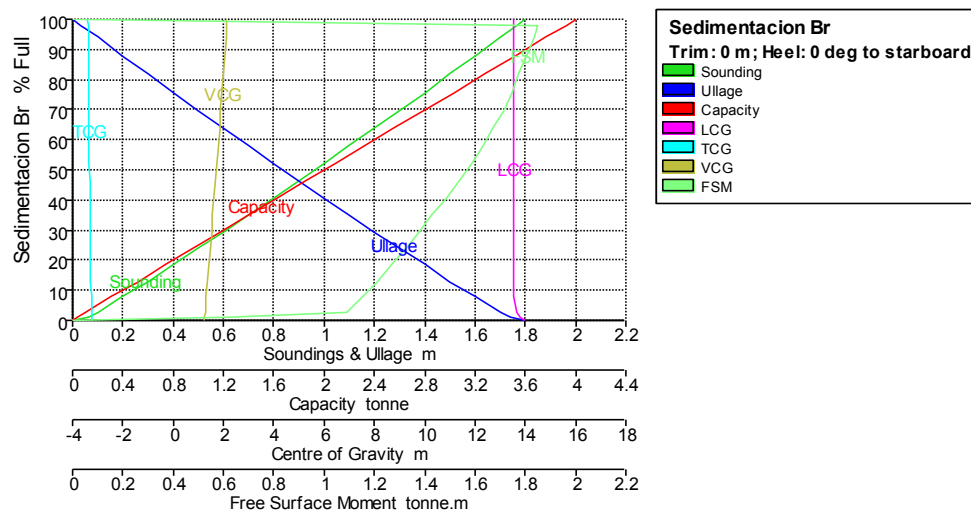
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Do 5 Es	1.700	0.000	100.000	10.095	8.480	11.723	3.319	2.310	0.000
	1.674	0.026	98.000	9.893	8.310	11.725	3.317	2.296	4.490
	1.673	0.027	97.900	9.883	8.302	11.725	3.317	2.296	4.488
	1.600	0.100	92.307	9.318	7.827	11.731	3.311	2.257	4.413
	1.500	0.200	84.676	8.548	7.180	11.741	3.303	2.203	4.303
	1.400	0.300	77.115	7.785	6.539	11.752	3.294	2.150	4.184
	1.300	0.400	69.631	7.029	5.905	11.766	3.285	2.096	4.056
	1.200	0.500	62.234	6.283	5.277	11.782	3.276	2.042	3.911
	1.100	0.600	54.931	5.545	4.658	11.802	3.267	1.988	3.761
	1.000	0.700	47.731	4.818	4.048	11.827	3.257	1.933	3.606
	0.900	0.800	40.640	4.103	3.446	11.860	3.249	1.878	3.443
	0.800	0.900	33.661	3.398	2.854	11.906	3.241	1.821	3.284
	0.700	1.000	26.795	2.705	2.272	11.975	3.234	1.762	3.129
	0.600	1.100	20.043	2.023	1.700	12.087	3.231	1.699	2.960
	0.500	1.200	13.939	1.407	1.182	12.232	3.229	1.633	2.390
	0.400	1.300	8.950	0.903	0.759	12.377	3.227	1.566	2.014
	0.300	1.400	4.994	0.504	0.423	12.537	3.225	1.498	1.291
	0.200	1.500	2.274	0.230	0.193	12.675	3.221	1.433	0.902
	0.132	1.568	1.000	0.101	0.085	12.780	3.218	1.387	0.571
	0.100	1.600	0.585	0.059	0.050	12.824	3.217	1.366	0.560
	0.000	1.700	0.000	0.000	0.000	12.984	3.212	1.300	0.000

DO USO DIARIO Br:

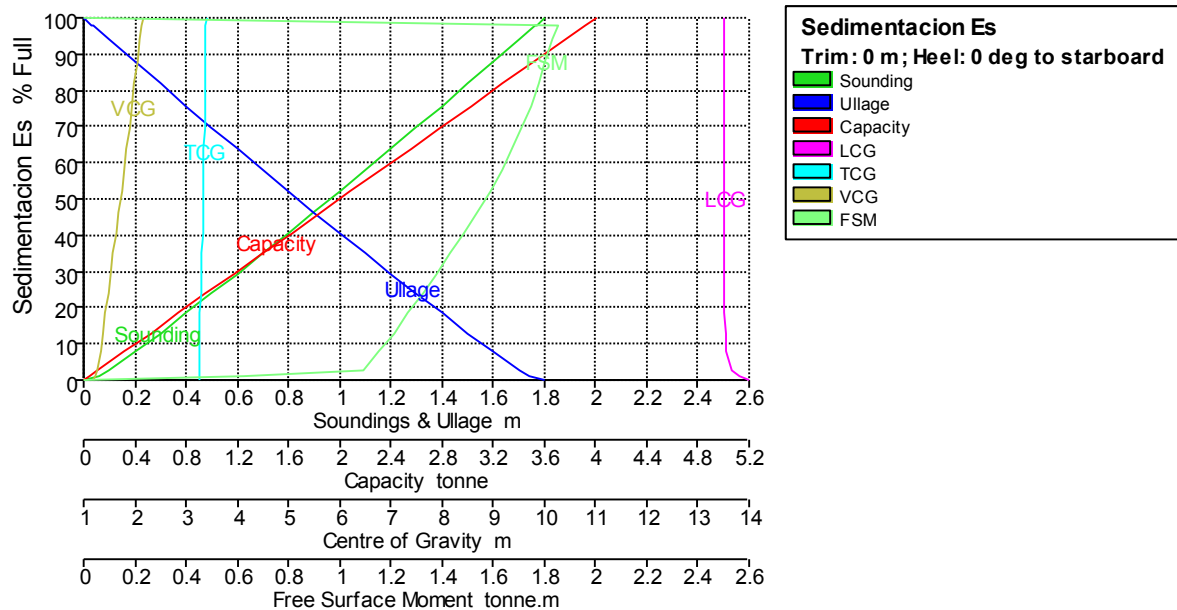
Tank Name	Soundin g m	Ullag e m	% Full	Capacit y m <sup>3</sup>	Capacit y tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne. m
DO uso diario Br	1.900	0.000	100.000	5.179	4.350	14.506	-3.431	2.098	0.000
	1.865	0.035	98.000	5.076	4.263	14.506	-3.430	2.080	1.890
	1.863	0.037	97.900	5.070	4.259	14.506	-3.430	2.079	1.890
	1.800	0.100	94.323	4.885	4.103	14.507	-3.427	2.047	1.890
	1.700	0.200	88.648	4.591	3.857	14.507	-3.423	1.996	1.886
	1.600	0.300	82.981	4.298	3.610	14.507	-3.417	1.944	1.875
	1.500	0.400	77.326	4.005	3.364	14.508	-3.412	1.892	1.859
	1.400	0.500	71.691	3.713	3.119	14.508	-3.406	1.841	1.839
	1.300	0.600	66.080	3.422	2.875	14.509	-3.399	1.789	1.810
	1.200	0.700	60.502	3.133	2.632	14.510	-3.392	1.737	1.776
	1.100	0.800	54.960	2.846	2.391	14.510	-3.385	1.686	1.743
	1.000	0.900	49.455	2.561	2.151	14.511	-3.377	1.634	1.703
	0.900	1.000	43.996	2.279	1.914	14.512	-3.369	1.582	1.658
	0.800	1.100	38.587	1.998	1.679	14.514	-3.361	1.531	1.612
	0.700	1.200	33.233	1.721	1.446	14.516	-3.352	1.479	1.563
	0.600	1.300	27.934	1.447	1.215	14.518	-3.343	1.428	1.512
	0.500	1.400	22.696	1.175	0.987	14.521	-3.333	1.377	1.460
	0.400	1.500	17.522	0.907	0.762	14.527	-3.323	1.325	1.404
	0.300	1.600	12.418	0.643	0.540	14.536	-3.313	1.274	1.346
	0.200	1.700	7.391	0.383	0.322	14.558	-3.302	1.222	1.282
	0.100	1.800	2.450	0.127	0.107	14.669	-3.295	1.166	1.203
	0.064	1.836	1.000	0.052	0.044	14.787	-3.296	1.142	0.836
	0.000	1.900	0.000	0.000	0.000	14.994	-3.295	1.100	0.000

DO USO DIARIO Es:

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO uso diario Es	1.900	0.000	100.000	5.179	4.350	14.506	3.431	2.098	0.000
	1.865	0.035	98.000	5.076	4.263	14.506	3.430	2.080	1.890
	1.863	0.037	97.900	5.070	4.259	14.506	3.430	2.079	1.890
	1.800	0.100	94.323	4.885	4.103	14.507	3.427	2.047	1.890
	1.700	0.200	88.648	4.591	3.857	14.507	3.423	1.996	1.886
	1.600	0.300	82.981	4.298	3.610	14.507	3.417	1.944	1.875
	1.500	0.400	77.326	4.005	3.364	14.508	3.412	1.892	1.859
	1.400	0.500	71.691	3.713	3.119	14.508	3.406	1.841	1.839
	1.300	0.600	66.080	3.422	2.875	14.509	3.399	1.789	1.810
	1.200	0.700	60.502	3.133	2.632	14.510	3.392	1.737	1.776
	1.100	0.800	54.960	2.846	2.391	14.510	3.385	1.686	1.743
	1.000	0.900	49.455	2.561	2.151	14.511	3.377	1.634	1.703
	0.900	1.000	43.996	2.279	1.914	14.512	3.369	1.582	1.658
	0.800	1.100	38.587	1.998	1.679	14.514	3.361	1.531	1.612
	0.700	1.200	33.233	1.721	1.446	14.516	3.352	1.479	1.563
	0.600	1.300	27.934	1.447	1.215	14.518	3.343	1.428	1.512
	0.500	1.400	22.696	1.175	0.987	14.521	3.333	1.377	1.460
	0.400	1.500	17.522	0.907	0.762	14.527	3.323	1.325	1.404
	0.300	1.600	12.418	0.643	0.540	14.536	3.313	1.274	1.346
	0.200	1.700	7.391	0.383	0.322	14.558	3.302	1.222	1.282
	0.100	1.800	2.450	0.127	0.107	14.669	3.295	1.166	1.203
	0.064	1.836	1.000	0.052	0.044	14.787	3.296	1.142	0.836
	0.000	1.900	0.000	0.000	0.000	14.994	3.295	1.100	0.000

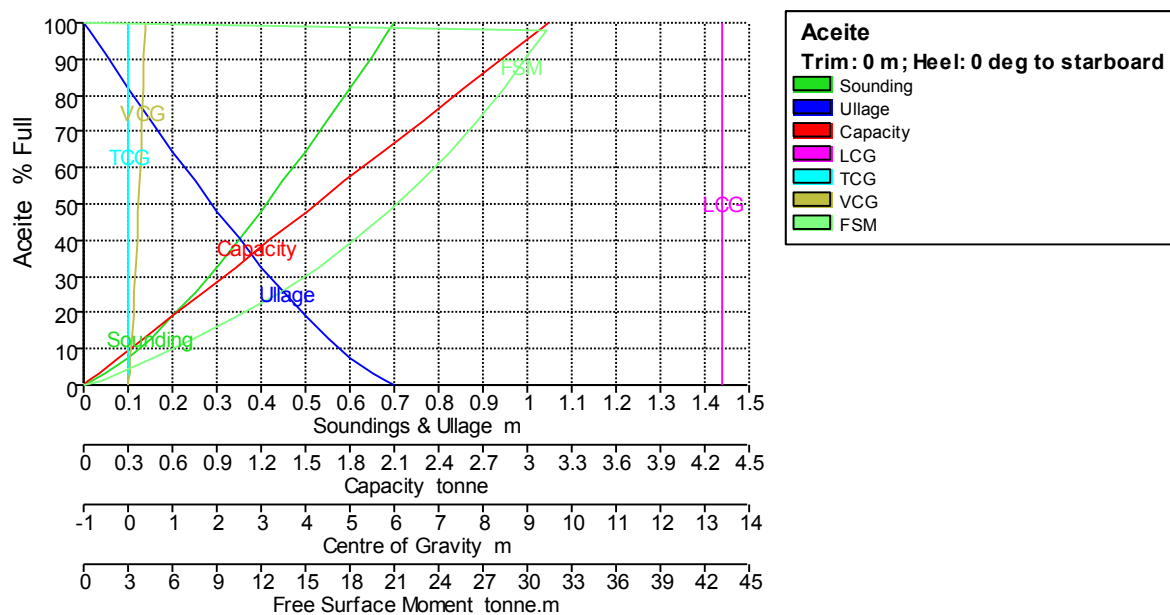
**SEDIMENTACIÓN Br:**

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sedimentacion Br	1.800	0.000	100.000	4.769	4.006	13.507	-3.395	2.151	0.000
	1.767	0.033	98.000	4.674	3.926	13.507	-3.393	2.134	1.852
	1.766	0.034	97.900	4.669	3.922	13.507	-3.392	2.133	1.851
	1.700	0.100	93.883	4.478	3.761	13.508	-3.388	2.099	1.834
	1.600	0.200	87.798	4.187	3.517	13.508	-3.382	2.047	1.804
	1.500	0.300	81.745	3.899	3.275	13.509	-3.375	1.995	1.775
	1.400	0.400	75.724	3.612	3.034	13.509	-3.368	1.943	1.747
	1.300	0.500	69.738	3.326	2.794	13.510	-3.361	1.891	1.714
	1.200	0.600	63.796	3.043	2.556	13.510	-3.353	1.839	1.673
	1.100	0.700	57.903	2.762	2.320	13.511	-3.344	1.787	1.632
	1.000	0.800	52.059	2.483	2.086	13.512	-3.336	1.735	1.588
	0.900	0.900	46.276	2.207	1.854	13.513	-3.327	1.683	1.536
	0.800	1.000	40.557	1.934	1.625	13.515	-3.317	1.631	1.484
	0.700	1.100	34.906	1.665	1.398	13.517	-3.308	1.580	1.431
	0.600	1.200	29.325	1.399	1.175	13.519	-3.298	1.528	1.378
	0.500	1.300	23.816	1.136	0.954	13.522	-3.289	1.477	1.324
	0.400	1.400	18.382	0.877	0.736	13.528	-3.279	1.425	1.269
	0.300	1.500	13.027	0.621	0.522	13.537	-3.268	1.374	1.213
	0.200	1.600	7.755	0.370	0.311	13.559	-3.258	1.322	1.154
	0.100	1.700	2.575	0.123	0.103	13.669	-3.253	1.266	1.092
	0.062	1.738	1.000	0.048	0.040	13.793	-3.256	1.241	0.627
	0.000	1.800	0.000	0.000	0.000	13.994	-3.261	1.200	0.000

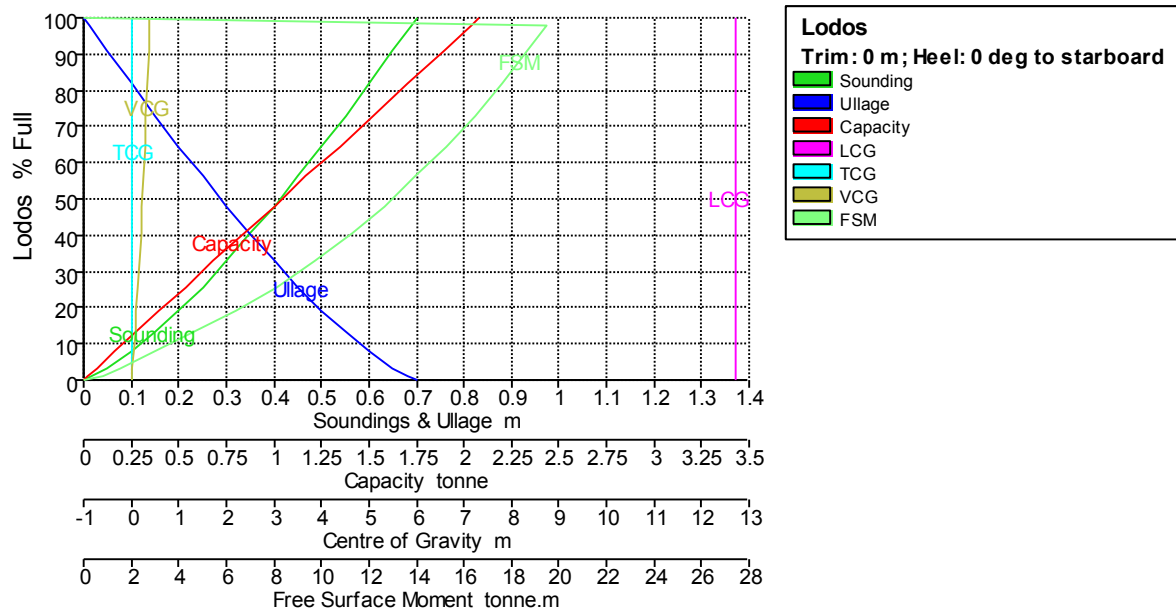
SEDIMENTACIÓN Es:

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sedimentacion Es	1.800	0.000	100.00	4.769	4.006	13.507	3.395	2.151	0.000
	1.767	0.033	98.000	4.674	3.926	13.507	3.393	2.134	1.852
	1.766	0.034	97.900	4.669	3.922	13.507	3.392	2.133	1.851
	1.700	0.100	93.883	4.478	3.761	13.508	3.388	2.099	1.834
	1.600	0.200	87.798	4.187	3.517	13.508	3.382	2.047	1.804
	1.500	0.300	81.745	3.899	3.275	13.509	3.375	1.995	1.775
	1.400	0.400	75.724	3.612	3.034	13.509	3.368	1.943	1.747
	1.300	0.500	69.738	3.326	2.794	13.510	3.361	1.891	1.714
	1.200	0.600	63.796	3.043	2.556	13.510	3.353	1.839	1.673
	1.100	0.700	57.903	2.762	2.320	13.511	3.344	1.787	1.632
	1.000	0.800	52.059	2.483	2.086	13.512	3.336	1.735	1.588
	0.900	0.900	46.276	2.207	1.854	13.513	3.327	1.683	1.536
	0.800	1.000	40.557	1.934	1.625	13.515	3.317	1.631	1.484
	0.700	1.100	34.906	1.665	1.398	13.517	3.308	1.580	1.431
	0.600	1.200	29.325	1.399	1.175	13.519	3.298	1.528	1.378
	0.500	1.300	23.816	1.136	0.954	13.522	3.289	1.477	1.324
	0.400	1.400	18.382	0.877	0.736	13.528	3.279	1.425	1.269
	0.300	1.500	13.027	0.621	0.522	13.537	3.268	1.374	1.213
	0.200	1.600	7.755	0.370	0.311	13.559	3.258	1.322	1.154
	0.100	1.700	2.575	0.123	0.103	13.669	3.253	1.266	1.092
	0.062	1.738	1.000	0.048	0.040	13.793	3.256	1.241	0.627
	0.000	1.800	0.000	0.000	0.000	13.994	3.261	1.200	0.000

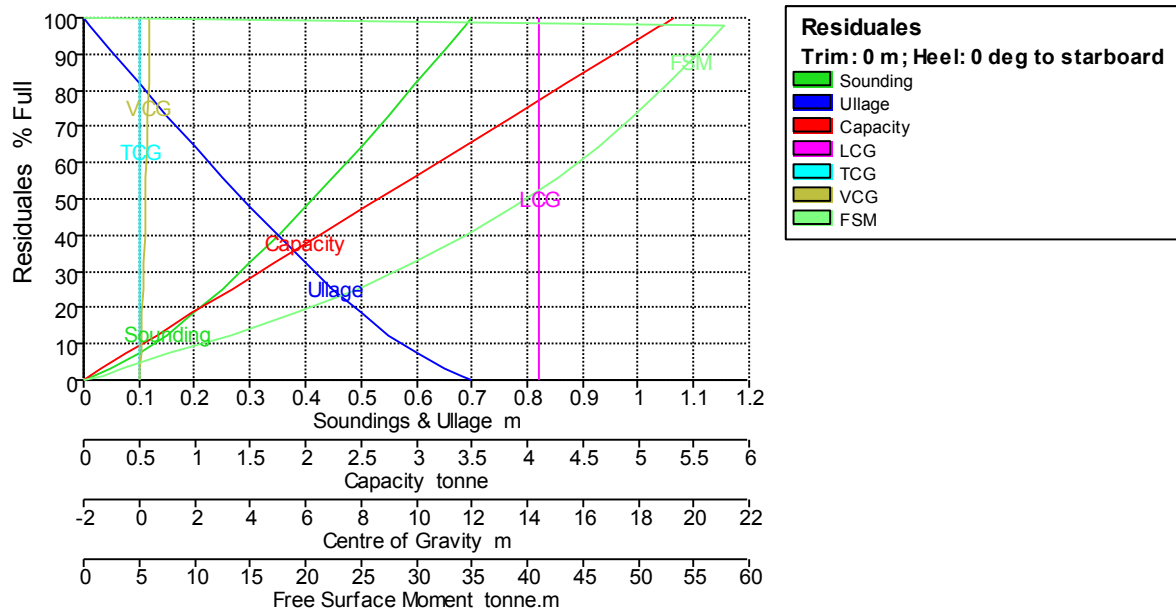


**ACEITE:**

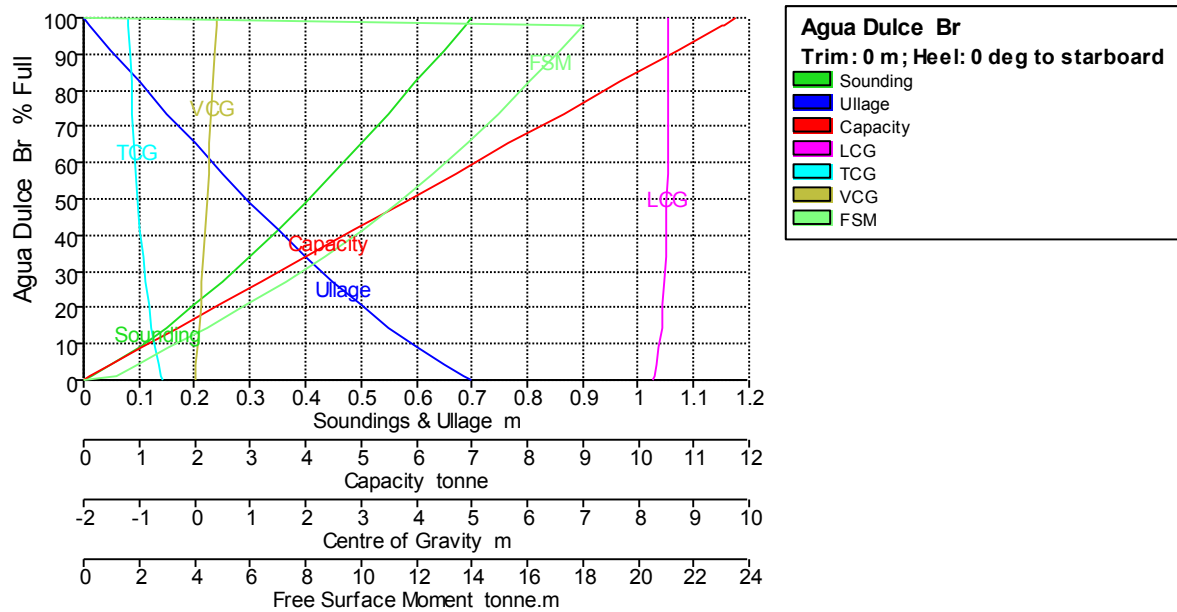
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aceite	0.700	0.000	100.000	3.415	3.142	13.402	0.000	0.397	0.000
	0.689	0.011	98.000	3.347	3.079	13.402	0.000	0.391	31.289
	0.689	0.011	97.900	3.344	3.076	13.402	0.000	0.391	31.272
	0.650	0.050	90.874	3.104	2.855	13.402	0.000	0.369	30.054
	0.600	0.100	81.908	2.798	2.574	13.402	0.000	0.341	28.419
	0.550	0.150	73.121	2.497	2.298	13.402	0.000	0.313	26.669
	0.500	0.200	64.530	2.204	2.028	13.402	0.000	0.285	24.767
	0.450	0.250	56.161	1.918	1.765	13.402	0.000	0.257	22.782
	0.400	0.300	48.043	1.641	1.510	13.402	0.000	0.228	20.664
	0.350	0.350	40.211	1.373	1.264	13.402	0.000	0.200	18.355
	0.300	0.400	32.709	1.117	1.028	13.402	0.000	0.171	15.892
	0.250	0.450	25.599	0.874	0.804	13.402	0.000	0.142	13.258
	0.200	0.500	18.964	0.648	0.596	13.402	0.000	0.113	10.427
	0.150	0.550	12.928	0.442	0.406	13.401	0.000	0.084	7.470
	0.100	0.600	7.648	0.261	0.240	13.400	0.000	0.055	4.640
	0.050	0.650	3.290	0.112	0.103	13.399	0.000	0.026	2.313
	0.017	0.683	1.000	0.034	0.031	13.398	0.000	0.009	1.227
	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	13.398	0.000	0.000	0.000

**LODOS:**

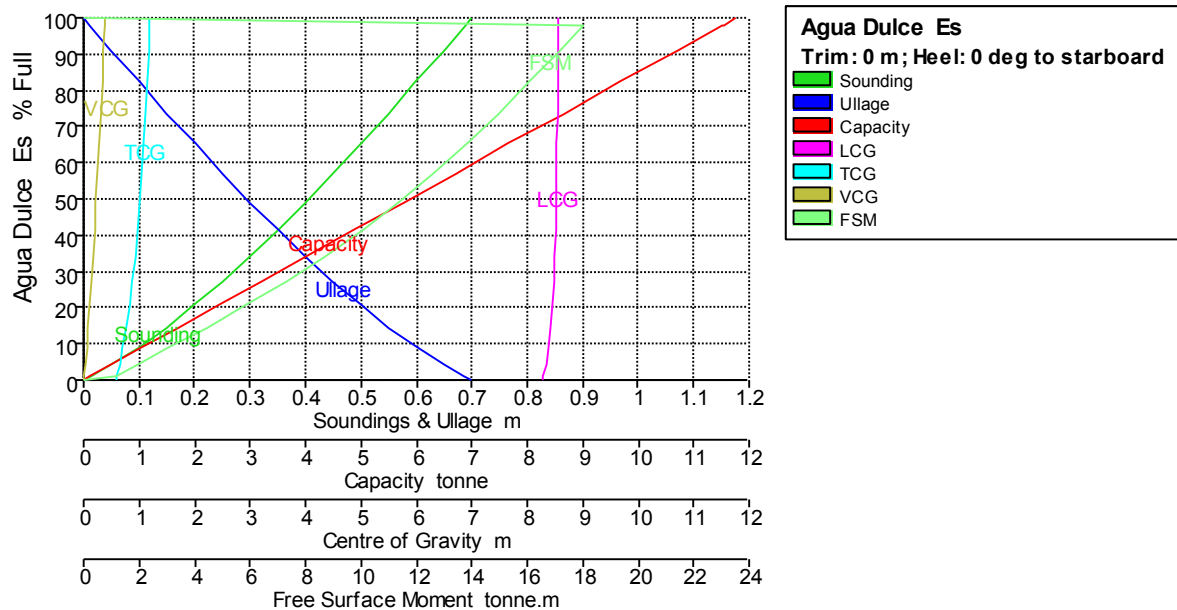
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lodos	0.700	0.000	100.000	2.480	2.083	12.701	0.000	0.397	0.000
	0.689	0.011	98.000	2.430	2.042	12.701	0.000	0.390	19.471
	0.689	0.011	97.900	2.428	2.039	12.701	0.000	0.390	19.460
	0.650	0.050	90.869	2.254	1.893	12.701	0.000	0.369	18.694
	0.600	0.100	81.908	2.031	1.706	12.701	0.000	0.341	17.602
	0.550	0.150	73.130	1.814	1.523	12.701	0.000	0.312	16.475
	0.500	0.200	64.559	1.601	1.345	12.701	0.000	0.284	15.288
	0.450	0.250	56.215	1.394	1.171	12.701	0.000	0.256	13.997
	0.400	0.300	48.126	1.194	1.003	12.701	0.000	0.227	12.662
	0.350	0.350	40.329	1.000	0.840	12.701	0.000	0.199	11.263
	0.300	0.400	32.864	0.815	0.685	12.701	0.000	0.170	9.743
	0.250	0.450	25.789	0.640	0.537	12.701	0.000	0.141	8.129
	0.200	0.500	19.182	0.476	0.400	12.701	0.000	0.112	6.418
	0.150	0.550	13.156	0.326	0.274	12.701	0.000	0.083	4.652
	0.100	0.600	7.851	0.195	0.164	12.700	0.000	0.054	2.966
	0.050	0.650	3.419	0.085	0.071	12.700	0.000	0.026	1.559
	0.016	0.684	1.000	0.025	0.021	12.700	0.000	0.008	0.852
	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	12.699	0.000	0.000	0.000

**RESIDUALES:**

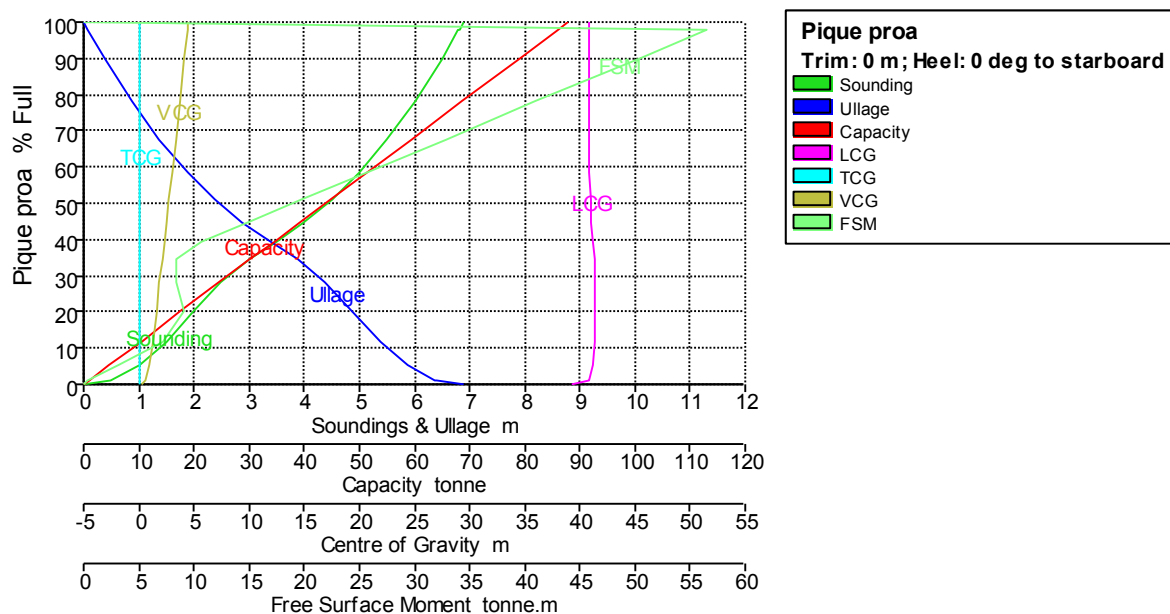
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Residuales	0.700	0.000	100.000	5.319	5.319	14.403	0.000	0.399	0.000
	0.689	0.011	98.000	5.213	5.213	14.403	0.000	0.393	57.689
	0.689	0.011	97.900	5.207	5.207	14.403	0.000	0.393	57.662
	0.650	0.050	90.838	4.832	4.832	14.403	0.000	0.372	55.653
	0.600	0.100	81.827	4.352	4.352	14.403	0.000	0.344	52.747
	0.550	0.150	72.983	3.882	3.882	14.403	0.000	0.316	49.640
	0.500	0.200	64.328	3.422	3.422	14.402	0.000	0.288	46.356
	0.450	0.250	55.890	2.973	2.973	14.402	0.000	0.259	42.702
	0.400	0.300	47.698	2.537	2.537	14.402	0.000	0.231	38.713
	0.350	0.350	39.791	2.117	2.117	14.401	0.000	0.202	34.406
	0.300	0.400	32.222	1.714	1.714	14.400	0.000	0.173	29.730
	0.250	0.450	25.058	1.333	1.333	14.399	0.000	0.144	24.642
	0.200	0.500	18.398	0.979	0.979	14.398	0.000	0.114	19.090
	0.150	0.550	12.387	0.659	0.659	14.396	0.000	0.085	13.206
	0.100	0.600	7.207	0.383	0.383	14.394	0.000	0.055	7.702
	0.050	0.650	3.033	0.161	0.161	14.392	0.000	0.027	3.514
	0.019	0.681	1.000	0.053	0.053	14.389	0.000	0.010	1.793
	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	14.387	0.000	0.000	0.000

**AGUA DULCE Br:**

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Agua Dulce Br	0.700	0.000	100.000	11.767	11.767	8.555	-1.198	0.391	0.000
	0.689	0.011	98.000	11.532	11.532	8.554	-1.192	0.385	17.998
	0.688	0.012	97.900	11.520	11.520	8.554	-1.192	0.384	17.986
	0.650	0.050	91.010	10.709	10.709	8.551	-1.172	0.363	17.181
	0.600	0.100	82.199	9.672	9.672	8.546	-1.145	0.335	16.102
	0.550	0.150	73.582	8.658	8.658	8.540	-1.116	0.306	14.983
	0.500	0.200	65.174	7.669	7.669	8.534	-1.085	0.278	13.822
	0.450	0.250	56.996	6.707	6.707	8.526	-1.052	0.250	12.618
	0.400	0.300	49.071	5.774	5.774	8.517	-1.015	0.222	11.360
	0.350	0.350	41.429	4.875	4.875	8.506	-0.976	0.193	10.060
	0.300	0.400	34.105	4.013	4.013	8.492	-0.932	0.165	8.716
	0.250	0.450	27.140	3.194	3.194	8.474	-0.884	0.137	7.316
	0.200	0.500	20.589	2.423	2.423	8.451	-0.831	0.108	5.876
	0.150	0.550	14.516	1.708	1.708	8.420	-0.774	0.080	4.445
	0.100	0.600	8.999	1.059	1.059	8.381	-0.711	0.053	3.089
	0.050	0.650	4.130	0.486	0.486	8.331	-0.645	0.026	1.918
	0.013	0.687	1.000	0.118	0.118	8.283	-0.594	0.007	1.215
	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	8.264	-0.577	0.000	0.000

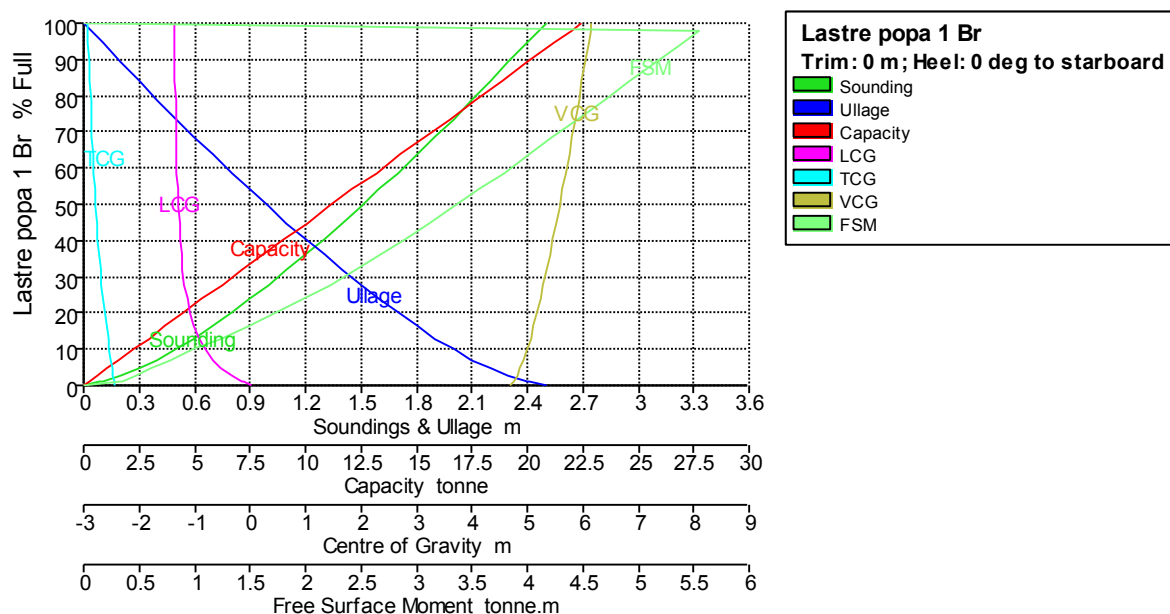
**AGUA DULCE Es:**

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Agua Dulce Es	0.700	0.000	100.000	11.767	11.767	8.555	1.198	0.391	0.000
	0.689	0.011	98.000	11.532	11.532	8.554	1.192	0.385	17.998
	0.688	0.012	97.900	11.520	11.520	8.554	1.192	0.384	17.986
	0.650	0.050	91.010	10.709	10.709	8.551	1.172	0.363	17.181
	0.600	0.100	82.199	9.672	9.672	8.546	1.145	0.335	16.102
	0.550	0.150	73.582	8.658	8.658	8.540	1.116	0.306	14.983
	0.500	0.200	65.174	7.669	7.669	8.534	1.085	0.278	13.822
	0.450	0.250	56.996	6.707	6.707	8.526	1.052	0.250	12.618
	0.400	0.300	49.071	5.774	5.774	8.517	1.015	0.222	11.360
	0.350	0.350	41.429	4.875	4.875	8.506	0.976	0.193	10.060
	0.300	0.400	34.105	4.013	4.013	8.492	0.932	0.165	8.716
	0.250	0.450	27.140	3.194	3.194	8.474	0.884	0.137	7.316
	0.200	0.500	20.589	2.423	2.423	8.451	0.831	0.108	5.876
	0.150	0.550	14.516	1.708	1.708	8.420	0.774	0.080	4.445
	0.100	0.600	8.999	1.059	1.059	8.381	0.711	0.053	3.089
	0.050	0.650	4.130	0.486	0.486	8.331	0.645	0.026	1.918
	0.013	0.687	1.000	0.118	0.118	8.283	0.594	0.007	1.215
	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	8.264	0.577	0.000	0.000

**LASTRE:**Pique de proa:

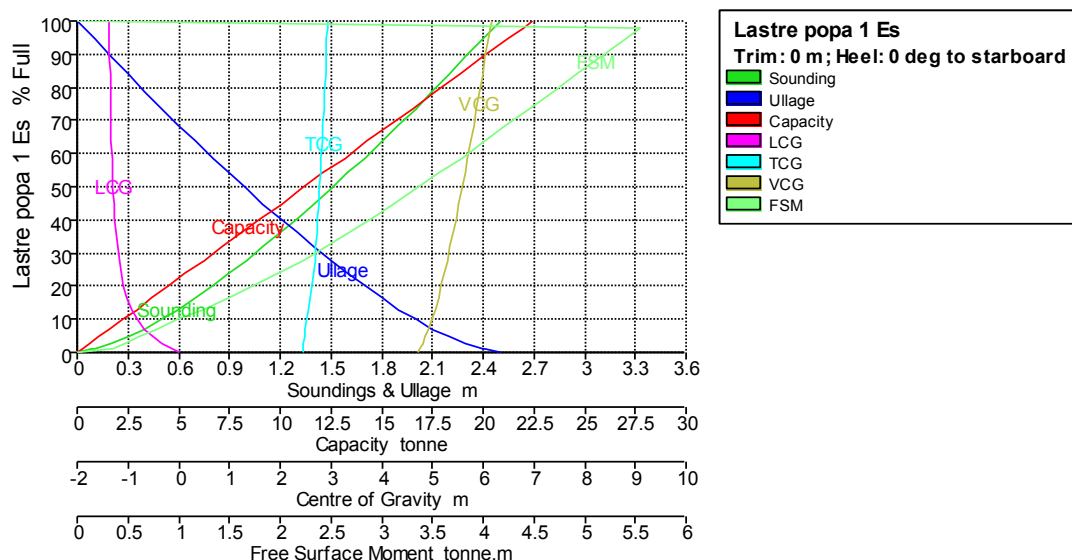
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Pique proa	6.579	0.000	100.000	78.850	80.821	40.860	0.000	4.195	0.000
	6.507	0.072	98.000	77.273	79.205	40.856	0.000	4.141	50.473
	6.504	0.076	97.900	77.194	79.124	40.856	0.000	4.138	50.399
	6.500	0.079	97.799	77.115	79.043	40.856	0.000	4.135	50.325
	6.000	0.579	84.842	66.898	68.570	40.841	0.000	3.763	40.968
	5.500	1.079	73.508	57.961	59.410	40.851	0.000	3.406	32.816
	5.000	1.579	63.663	50.198	51.453	40.886	0.000	3.070	25.703
	4.500	2.079	55.335	43.632	44.723	40.954	0.000	2.768	19.825
	4.000	2.579	48.320	38.100	39.053	41.050	0.000	2.505	14.787
	3.500	3.079	42.696	33.666	34.507	41.177	0.000	2.298	10.683
	3.000	3.579	37.334	29.438	30.174	41.314	0.000	2.116	8.455
	2.500	4.079	30.422	23.987	24.587	41.417	0.000	1.902	8.450
	2.000	4.579	21.787	17.179	17.608	41.427	0.000	1.639	9.139
	1.500	5.079	12.849	10.132	10.385	41.312	0.000	1.338	7.189
	1.000	5.579	5.531	4.361	4.470	41.108	0.000	1.013	3.128
	0.500	6.079	1.156	0.911	0.934	40.774	0.000	0.675	0.403
	0.470	6.109	1.000	0.788	0.808	40.749	0.000	0.655	0.330
	0.000	6.579	0.000	0.000	0.000	39.301	0.000	0.321	0.000

## Tanque popa 1 Br:



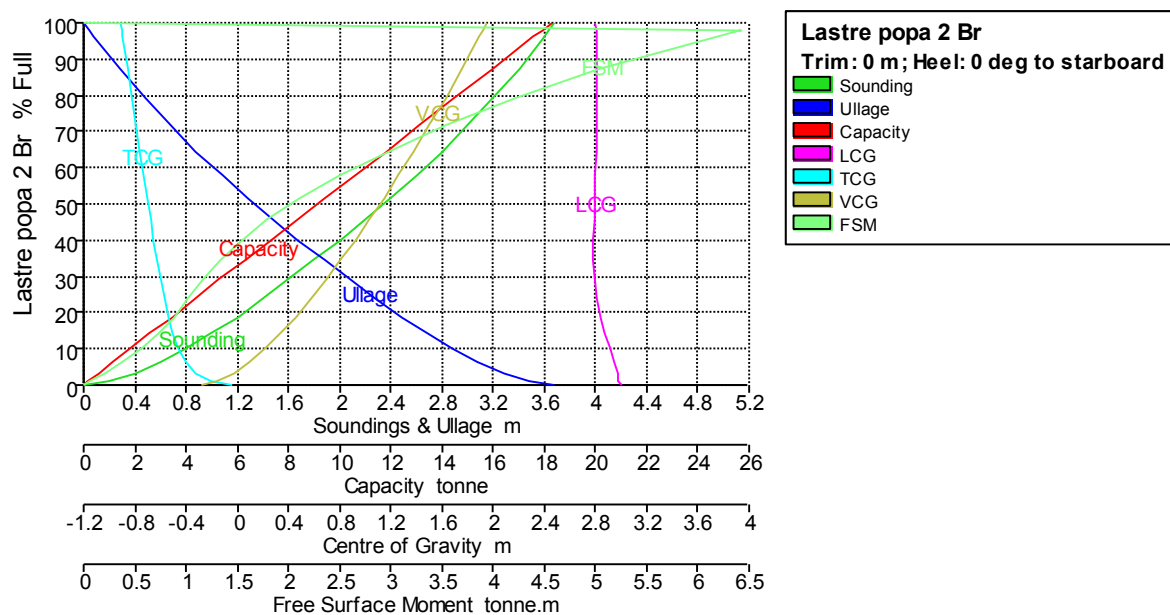
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre popa 1 Br	2.300	0.000	100.000	18.575	19.040	-1.337	-2.885	5.971	0.000
	2.268	0.032	98.000	18.204	18.659	-1.335	-2.880	5.952	4.848
	2.266	0.034	97.900	18.185	18.640	-1.335	-2.880	5.951	4.844
	2.200	0.100	93.865	17.436	17.871	-1.331	-2.871	5.913	4.689
	2.100	0.200	87.831	16.315	16.723	-1.323	-2.856	5.856	4.459
	2.000	0.300	81.900	15.213	15.593	-1.315	-2.841	5.798	4.234
	1.900	0.400	76.071	14.130	14.484	-1.305	-2.826	5.741	4.014
	1.800	0.500	70.349	13.067	13.394	-1.294	-2.810	5.683	3.790
	1.700	0.600	64.739	12.025	12.326	-1.281	-2.793	5.625	3.564
	1.600	0.700	59.248	11.005	11.281	-1.266	-2.776	5.567	3.339
	1.500	0.800	53.878	10.008	10.258	-1.249	-2.757	5.509	3.118
	1.400	0.900	48.634	9.034	9.260	-1.228	-2.738	5.451	2.899
	1.300	1.000	43.524	8.085	8.287	-1.203	-2.717	5.392	2.675
	1.200	1.100	38.556	7.162	7.341	-1.172	-2.694	5.333	2.446
	1.100	1.200	33.742	6.268	6.424	-1.135	-2.671	5.274	2.221
	1.000	1.300	29.094	5.404	5.539	-1.089	-2.645	5.214	1.985
	0.900	1.400	24.633	4.576	4.690	-1.030	-2.617	5.153	1.743
	0.800	1.500	20.387	3.787	3.882	-0.955	-2.586	5.091	1.490
	0.700	1.600	16.400	3.046	3.123	-0.860	-2.555	5.028	1.232
	0.600	1.700	12.739	2.366	2.425	-0.740	-2.523	4.964	0.987
	0.500	1.800	9.469	1.759	1.803	-0.593	-2.494	4.899	0.780
	0.400	1.900	6.645	1.234	1.265	-0.413	-2.471	4.834	0.617
	0.300	2.000	4.304	0.799	0.819	-0.210	-2.454	4.770	0.476
	0.200	2.100	2.470	0.459	0.470	-0.025	-2.441	4.709	0.340
	0.100	2.200	1.068	0.198	0.203	0.121	-2.429	4.652	0.238
	0.094	2.206	1.000	0.186	0.190	0.128	-2.429	4.649	0.233
	0.000	2.300	0.000	0.000	0.000	0.240	-2.420	4.600	0.000



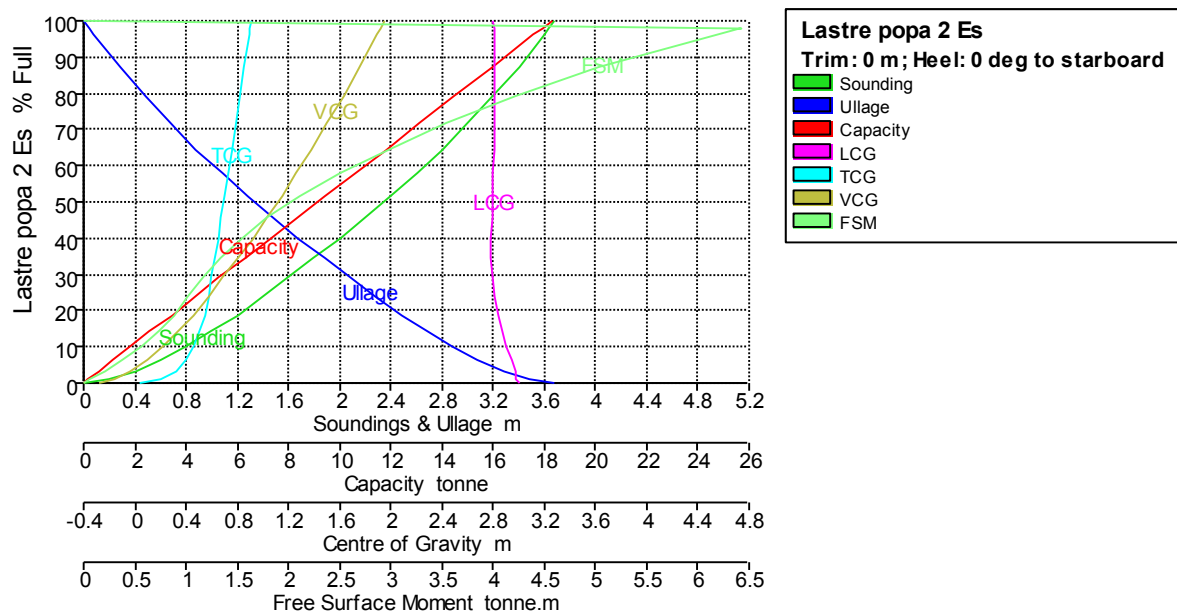
Tanque popa 1 Es:

Tank Name	Sounding g m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre popa 1 Es	2.300	0.000	100.000	18.575	19.040	-1.337	2.885	5.971	0.000
	2.268	0.032	98.000	18.204	18.659	-1.335	2.880	5.952	4.848
	2.266	0.034	97.900	18.185	18.640	-1.335	2.880	5.951	4.844
	2.200	0.100	93.865	17.436	17.871	-1.331	2.871	5.913	4.689
	2.100	0.200	87.831	16.315	16.723	-1.323	2.856	5.856	4.459
	2.000	0.300	81.900	15.213	15.593	-1.315	2.841	5.798	4.234
	1.900	0.400	76.071	14.130	14.484	-1.305	2.826	5.741	4.014
	1.800	0.500	70.349	13.067	13.394	-1.294	2.810	5.683	3.790
	1.700	0.600	64.739	12.025	12.326	-1.281	2.793	5.625	3.564
	1.600	0.700	59.248	11.005	11.281	-1.266	2.776	5.567	3.339
	1.500	0.800	53.878	10.008	10.258	-1.249	2.757	5.509	3.118
	1.400	0.900	48.634	9.034	9.260	-1.228	2.738	5.451	2.899
	1.300	1.000	43.524	8.085	8.287	-1.203	2.717	5.392	2.675
	1.200	1.100	38.556	7.162	7.341	-1.172	2.694	5.333	2.446
	1.100	1.200	33.742	6.268	6.424	-1.135	2.671	5.274	2.221
	1.000	1.300	29.094	5.404	5.539	-1.089	2.645	5.214	1.985
	0.900	1.400	24.633	4.576	4.690	-1.030	2.617	5.153	1.743
	0.800	1.500	20.387	3.787	3.882	-0.955	2.586	5.091	1.490
	0.700	1.600	16.400	3.046	3.123	-0.860	2.555	5.028	1.232
	0.600	1.700	12.739	2.366	2.425	-0.740	2.523	4.964	0.987
	0.500	1.800	9.469	1.759	1.803	-0.593	2.494	4.899	0.780
	0.400	1.900	6.645	1.234	1.265	-0.413	2.471	4.834	0.617
	0.300	2.000	4.304	0.799	0.819	-0.210	2.454	4.770	0.476
	0.200	2.100	2.470	0.459	0.470	-0.025	2.441	4.709	0.340
	0.100	2.200	1.068	0.198	0.203	0.121	2.429	4.652	0.238
	0.094	2.206	1.000	0.186	0.190	0.128	2.429	4.649	0.233
	0.000	2.300	0.000	0.000	0.000	0.240	2.420	4.600	0.000

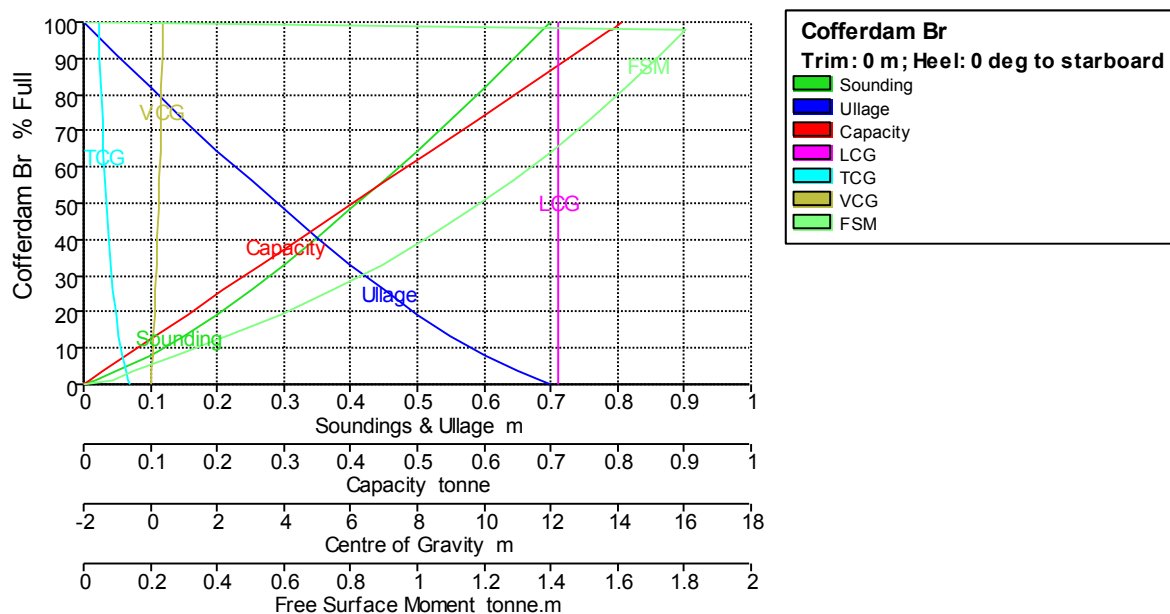
## Tanque popa 2 Br:



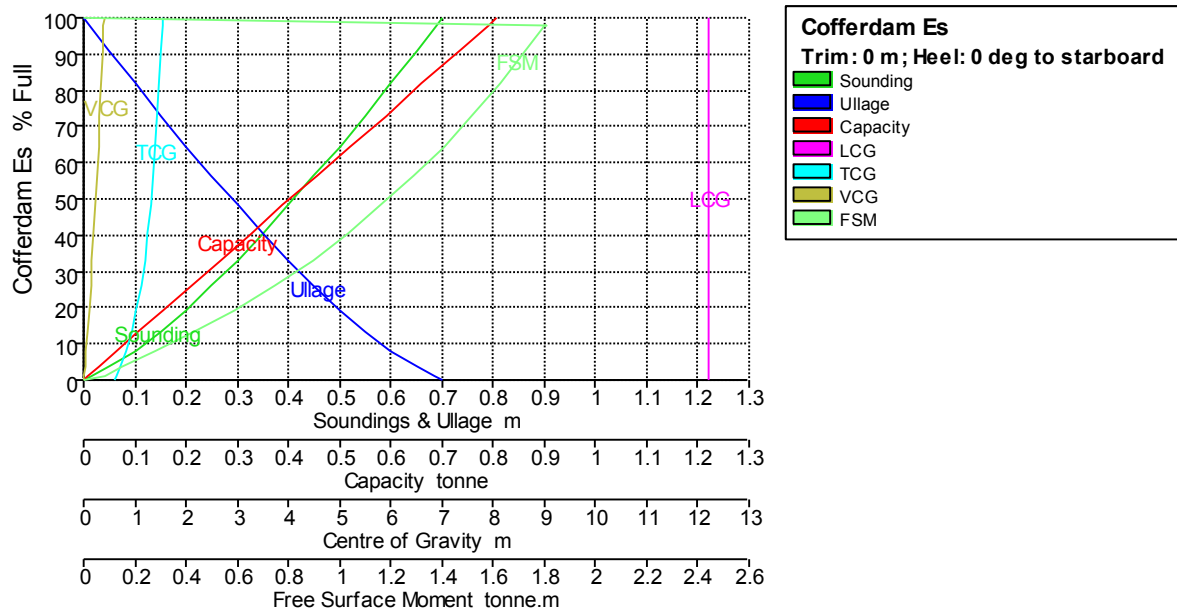
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre popa 2 Br	3.680	0.000	100.00	17.839	18.285	2.801	-0.910	1.950	0.000
	3.639	0.041	98.000	17.482	17.919	2.804	-0.902	1.921	6.424
	3.637	0.043	97.900	17.464	17.901	2.804	-0.901	1.919	6.412
	3.600	0.080	96.159	17.154	17.583	2.806	-0.894	1.894	6.200
	3.400	0.280	87.232	15.561	15.950	2.813	-0.857	1.758	5.023
	3.200	0.480	79.086	14.108	14.461	2.814	-0.821	1.627	4.222
	3.000	0.680	71.580	12.769	13.088	2.812	-0.789	1.502	3.543
	2.800	0.880	64.585	11.521	11.809	2.807	-0.759	1.381	2.985
	2.600	1.080	57.977	10.342	10.601	2.801	-0.730	1.262	2.512
	2.400	1.280	51.719	9.226	9.457	2.795	-0.703	1.147	2.113
	2.200	1.480	45.764	8.164	8.368	2.789	-0.677	1.033	1.799
	2.000	1.680	40.038	7.142	7.321	2.785	-0.652	0.920	1.547
	1.800	1.880	34.466	6.148	6.302	2.786	-0.628	0.807	1.341
	1.600	2.080	29.030	5.179	5.308	2.796	-0.602	0.692	1.173
	1.400	2.280	23.768	4.240	4.346	2.815	-0.574	0.575	1.021
	1.200	2.480	18.790	3.352	3.436	2.839	-0.542	0.457	0.876
	1.000	2.680	14.136	2.522	2.585	2.870	-0.504	0.337	0.728
	0.800	2.880	9.905	1.767	1.811	2.908	-0.458	0.215	0.560
	0.600	3.080	6.236	1.112	1.140	2.942	-0.399	0.092	0.376
	0.400	3.280	3.213	0.573	0.588	2.971	-0.319	-0.031	0.203
	0.200	3.480	1.023	0.182	0.187	2.981	-0.204	-0.157	0.052
	0.197	3.483	1.000	0.178	0.183	2.981	-0.202	-0.158	0.051
	0.000	3.680	0.000	0.000	0.000	3.009	-0.043	-0.280	0.000

Tanque popa 2 Es:

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lastre popa 2 Es	3.680	0.000	100.00	17.839	18.285	2.801	0.910	1.950	0.000
	3.639	0.041	98.000	17.482	17.919	2.804	0.902	1.921	6.424
	3.637	0.043	97.900	17.464	17.901	2.804	0.901	1.919	6.412
	3.600	0.080	96.159	17.154	17.583	2.806	0.894	1.894	6.200
	3.400	0.280	87.232	15.561	15.950	2.813	0.857	1.758	5.023
	3.200	0.480	79.086	14.108	14.461	2.814	0.821	1.627	4.222
	3.000	0.680	71.580	12.769	13.088	2.812	0.789	1.502	3.543
	2.800	0.880	64.585	11.521	11.809	2.807	0.759	1.381	2.985
	2.600	1.080	57.977	10.342	10.601	2.801	0.730	1.262	2.512
	2.400	1.280	51.719	9.226	9.457	2.795	0.703	1.147	2.113
	2.200	1.480	45.764	8.164	8.368	2.789	0.677	1.033	1.799
	2.000	1.680	40.038	7.142	7.321	2.785	0.652	0.920	1.547
	1.800	1.880	34.466	6.148	6.302	2.786	0.628	0.807	1.341
	1.600	2.080	29.030	5.179	5.308	2.796	0.602	0.692	1.173
	1.400	2.280	23.768	4.240	4.346	2.815	0.574	0.575	1.021
	1.200	2.480	18.790	3.352	3.436	2.839	0.542	0.457	0.876
	1.000	2.680	14.136	2.522	2.585	2.870	0.504	0.337	0.728
	0.800	2.880	9.905	1.767	1.811	2.908	0.458	0.215	0.560
	0.600	3.080	6.236	1.112	1.140	2.942	0.399	0.092	0.376
	0.400	3.280	3.213	0.573	0.588	2.971	0.319	-0.031	0.203
	0.200	3.480	1.023	0.182	0.187	2.981	0.204	-0.157	0.052
	0.197	3.483	1.000	0.178	0.183	2.981	0.202	-0.158	0.051
	0.000	3.680	0.000	0.000	0.000	3.009	0.043	-0.280	0.000

**COFFERDAM:**Cofferdam Br:

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Cofferdam Br	0.700	0.000	100.000	0.807	0.807	12.201	-1.554	0.396	0.000
	0.689	0.011	98.000	0.791	0.791	12.201	-1.547	0.390	1.805
	0.689	0.011	97.900	0.790	0.790	12.201	-1.547	0.390	1.804
	0.650	0.050	90.864	0.734	0.734	12.201	-1.521	0.368	1.727
	0.600	0.100	81.904	0.661	0.661	12.201	-1.486	0.340	1.627
	0.550	0.150	73.134	0.590	0.590	12.201	-1.447	0.312	1.517
	0.500	0.200	64.572	0.521	0.521	12.201	-1.405	0.283	1.407
	0.450	0.250	56.246	0.454	0.454	12.201	-1.360	0.255	1.286
	0.400	0.300	48.176	0.389	0.389	12.201	-1.309	0.227	1.160
	0.350	0.350	40.399	0.326	0.326	12.201	-1.252	0.198	1.030
	0.300	0.400	32.958	0.266	0.266	12.201	-1.189	0.169	0.893
	0.250	0.450	25.906	0.209	0.209	12.201	-1.117	0.141	0.745
	0.200	0.500	19.318	0.156	0.156	12.200	-1.035	0.112	0.590
	0.150	0.550	13.300	0.107	0.107	12.200	-0.942	0.083	0.430
	0.100	0.600	7.980	0.064	0.064	12.200	-0.838	0.054	0.279
	0.050	0.650	3.502	0.028	0.028	12.200	-0.727	0.026	0.151
	0.016	0.684	1.000	0.008	0.008	12.200	-0.648	0.008	0.085
	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	12.200	-0.614	0.000	0.000

Cofferdam Es:

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Cofferdam Es	0.700	0.000	100.000	0.807	0.807	12.201	1.554	0.396	0.000
	0.689	0.011	98.000	0.791	0.791	12.201	1.547	0.390	1.805
	0.689	0.011	97.900	0.790	0.790	12.201	1.547	0.390	1.804
	0.650	0.050	90.864	0.734	0.734	12.201	1.521	0.368	1.727
	0.600	0.100	81.904	0.661	0.661	12.201	1.486	0.340	1.627
	0.550	0.150	73.134	0.590	0.590	12.201	1.447	0.312	1.517
	0.500	0.200	64.572	0.521	0.521	12.201	1.405	0.283	1.407
	0.450	0.250	56.246	0.454	0.454	12.201	1.360	0.255	1.286
	0.400	0.300	48.176	0.389	0.389	12.201	1.309	0.227	1.160
	0.350	0.350	40.399	0.326	0.326	12.201	1.252	0.198	1.030
	0.300	0.400	32.958	0.266	0.266	12.201	1.189	0.169	0.893
	0.250	0.450	25.906	0.209	0.209	12.201	1.117	0.141	0.745
	0.200	0.500	19.318	0.156	0.156	12.200	1.035	0.112	0.590
	0.150	0.550	13.300	0.107	0.107	12.200	0.942	0.083	0.430
	0.100	0.600	7.980	0.064	0.064	12.200	0.838	0.054	0.279
	0.050	0.650	3.502	0.028	0.028	12.200	0.727	0.026	0.151
	0.016	0.684	1.000	0.008	0.008	12.200	0.648	0.008	0.085
	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	12.200	0.614	0.000	0.000

#### 4. CURVAS HIDROSTÁTICAS

Mediante el software Maxsurf Stability Enterprise obtenemos las distintas curvas hidrostáticas.

Un buque no puede tener menor calado que el correspondiente al peso en rosca, y no más que el correspondiente a plana carga, por ello se realizan los cálculos comprendidos en los siguientes calados.

Se calculan las curvas para distintos calados y distintos trimados.

Para el cálculo de coeficientes se toma como referencia la eslora entre perpendiculares, manga en la flotación y el calado máximo para poder así comparar con los valores obtenidos en el cuaderno de formas.

En la medición de la posición longitudinal del centro de carena y de flotación se toma como referencia el centro del buque y sentido positivo hacia popa.

El rango de calados para el cálculo de hidrostáticas comprende desde el desplazamiento del buque en rosca, ya que no puede tener menos calado que este; hasta el correspondiente a plena carga que corresponde al francobordo. De esta, manera cualquier situación de carga quedará dentro de este rango.

Estos datos los obtenemos mediante el software Maxsurf Stability Enterprise, creando una condición para el peso en Rosca, que previamente hemos estimado su valor y su centro de gravedad. Y otra condición para plena carga sumando el peso en rosca y el peso muerto. El software nos proporciona los calados máximos y mínimos.

$$Plena\ carga = P_{muerto} + P_{rosca} = 572.7 + 680 = 1252.7\ T$$

A este valor le añadimos un 15% de margen quedándonos un desplazamiento a plena carga 1440.6 T.

	MINIMO	MAXIMO
CALADO (m)	2.49	4.73
DESPLAZAMIENTO (T)	680	1440.6

En los arrastreros es muy habitual que en las distintas condiciones de carga el buque navegue con asiento, por ello se calcula las hidrostáticas para los distintos calados dentro de los rangos antes establecidos; y distintos trimados.

Positivos (por popa): 0.5, 1, 1.5,

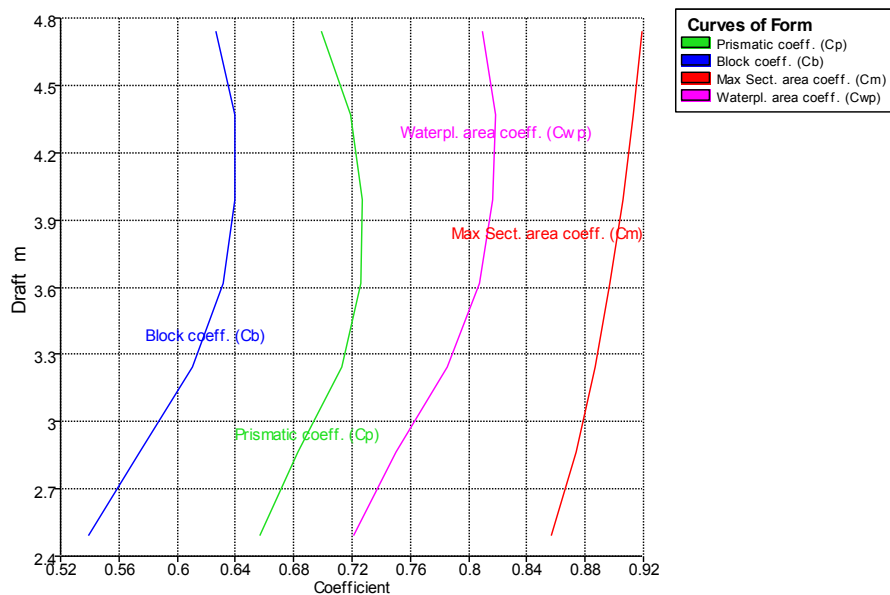
Negativos (por proa): -0.5, -1, -1.5,

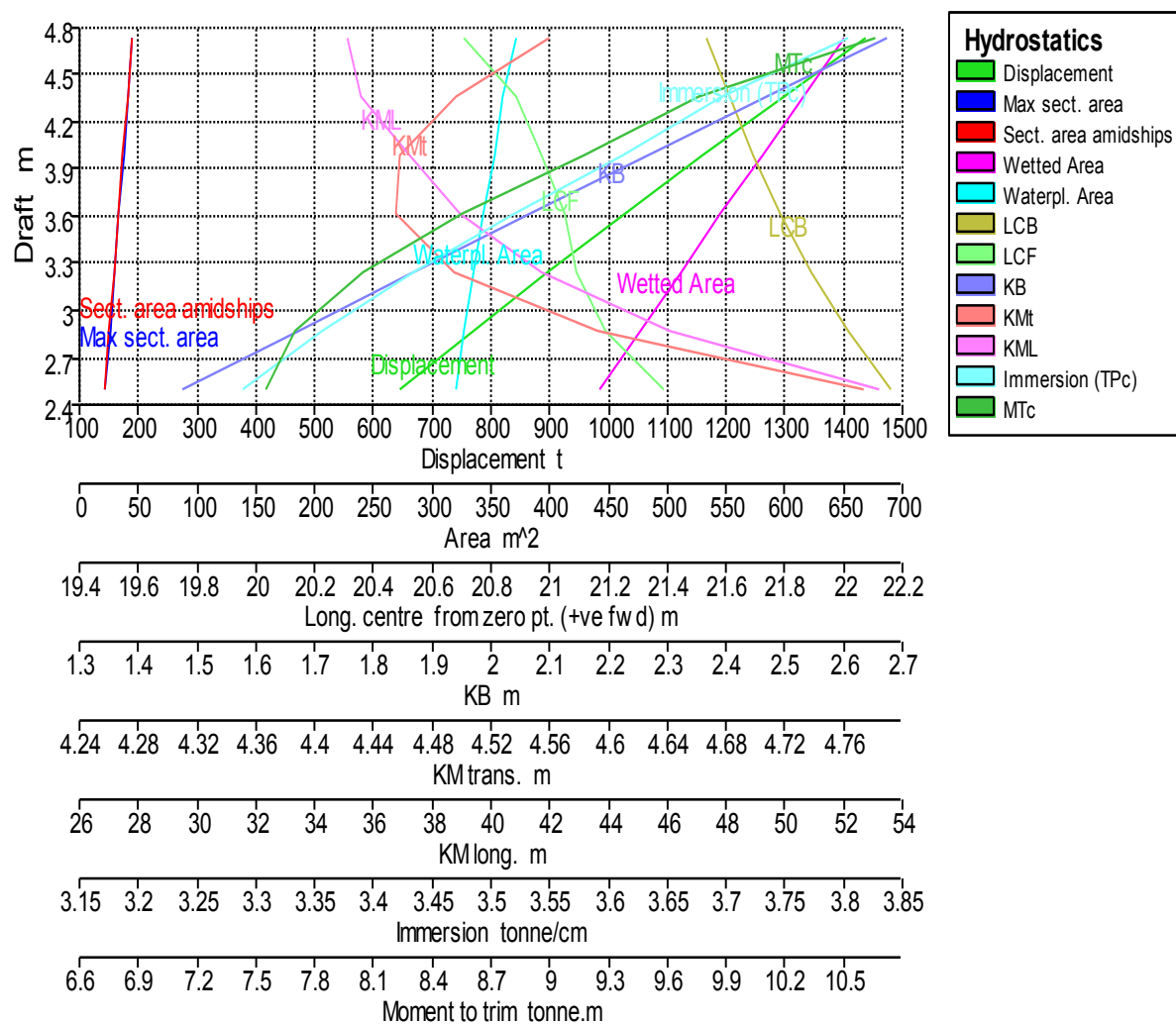
Asiento nulo: 0



## TRIMADO -1.5:

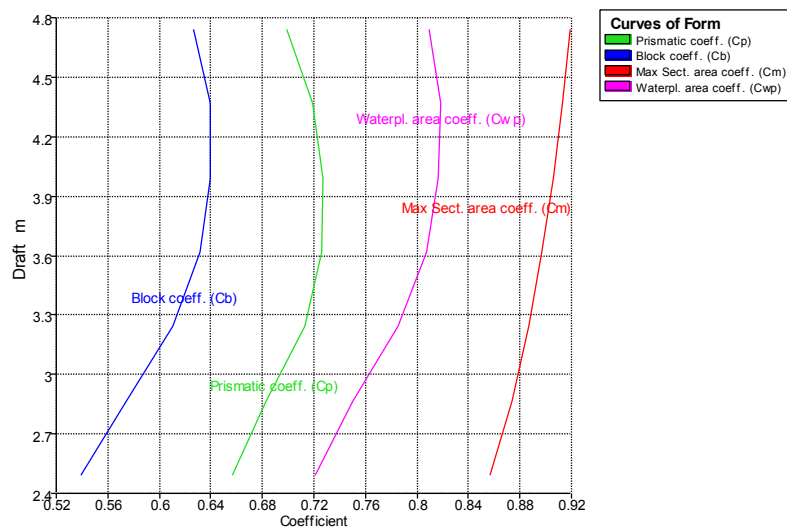
Draft Amidships m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Displacement t	644.5	769.2	896.5	1027	1161	1298	1438
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	3.240	3.615	3.990	4.365	4.741	5.116	5.491
Draft at AP m	1.740	2.115	2.490	2.865	3.241	3.616	3.991
Draft at LCF m	2.504	2.872	3.244	3.617	3.990	4.362	4.730
Trim (+ve by stern) m	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500	-1.500
WL Length m	43.379	42.010	41.442	41.669	42.079	42.791	43.949
Beam max extents on WL m	10.199	10.237	10.258	10.277	10.289	10.301	10.309
Wetted Area m <sup>2</sup>	442.495	477.432	511.267	545.420	580.423	615.053	650.007
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	320.806	327.447	335.024	343.462	352.485	360.589	371.110
Prismatic coeff. (Cp)	0.663	0.696	0.715	0.721	0.724	0.722	0.712
Block coeff. (Cb)	0.505	0.547	0.577	0.594	0.606	0.613	0.612
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.857	0.873	0.886	0.896	0.905	0.912	0.918
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.725	0.761	0.788	0.802	0.814	0.818	0.819
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	22.161	22.018	21.889	21.783	21.692	21.611	21.532
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21.388	21.192	21.093	21.050	20.972	20.886	20.706
KB m	1.476	1.673	1.869	2.067	2.267	2.469	2.672
KG m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
BMt m	3.300	2.922	2.628	2.389	2.192	2.028	1.889
BML m	51.771	44.425	39.843	36.927	34.962	33.132	32.475
GMt m	0.736	0.560	0.467	0.430	0.436	0.476	0.543
GML m	49.208	42.062	37.681	34.968	33.205	31.580	31.129
KMt m	4.774	4.593	4.496	4.455	4.458	4.496	4.560
KML m	53.215	46.069	41.686	38.971	37.207	35.580	35.127
Immersion (TPc) tonne/cm	3.288	3.356	3.434	3.520	3.613	3.696	3.804
MTc tonne.m	7.551	7.703	8.043	8.550	9.177	9.759	10.661
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.281	7.513	7.304	7.708	8.836	10.785	13.631
Max deck inclination deg	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454
Trim angle (+ve by stern) deg	-2.0454	-2.0454	-2.0454	-2.0454	-2.0454	-2.0454	-2.0454

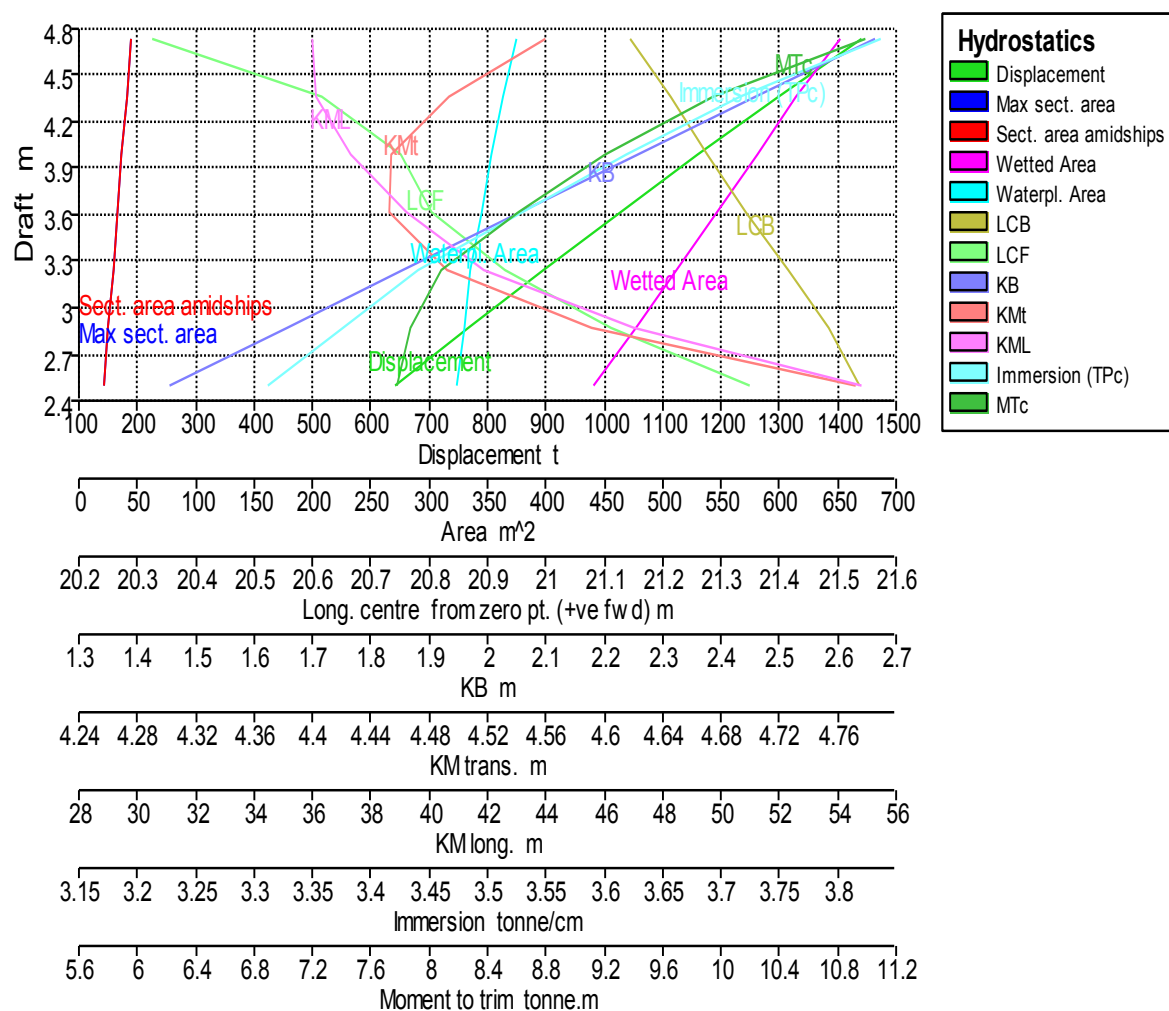




TRIMADO -1:

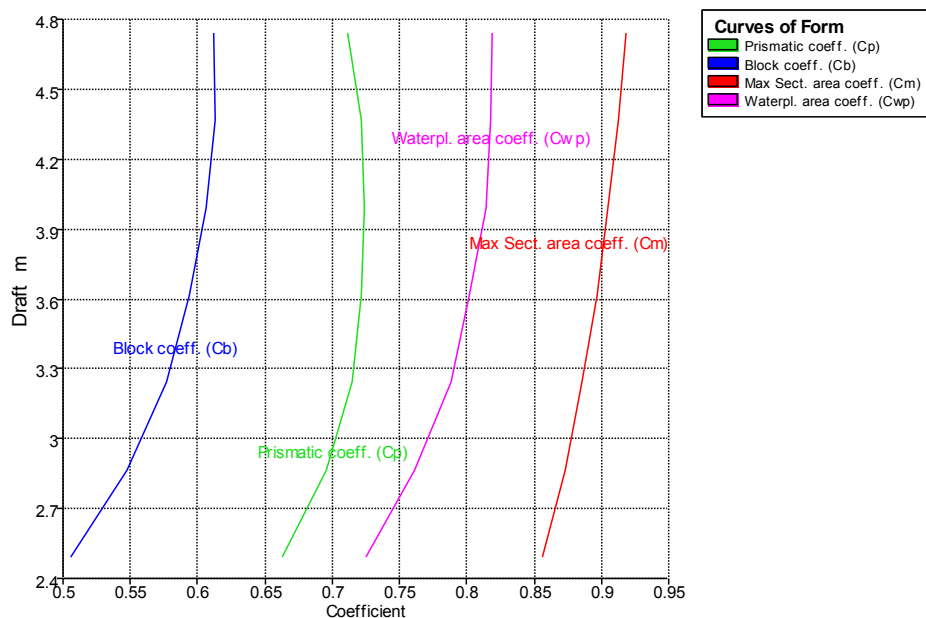
Draft Amidships m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Displacement t	643.1	768.6	896.5	1027	1161	1299	1440
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	2.990	3.365	3.740	4.115	4.491	4.866	5.241
Draft at AP m	1.990	2.365	2.740	3.116	3.491	3.866	4.241
Draft at LCF m	2.498	2.868	3.239	3.611	3.985	4.357	4.725
Trim (+ve by stern) m	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
WL Length m	43.929	42.912	41.681	41.477	42.009	43.014	44.847
Beam max extents on WL m	10.201	10.238	10.259	10.277	10.290	10.302	10.310
Wetted Area m <sup>2</sup>	440.66	476.72	511.30	546.17	580.84	613.84	652.22
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	323.06	329.40	335.63	344.38	353.01	362.64	374.35
Prismatic coeff. (Cp)	0.657	0.683	0.713	0.726	0.727	0.719	0.699
Block coeff. (Cb)	0.539	0.574	0.611	0.631	0.640	0.639	0.627
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.857	0.873	0.887	0.897	0.906	0.913	0.919
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.721	0.750	0.785	0.808	0.817	0.818	0.810
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	21.537	21.484	21.414	21.342	21.276	21.215	21.144
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21.348	21.112	20.931	20.803	20.750	20.617	20.324
KB m	1.455	1.656	1.855	2.055	2.256	2.459	2.663
KG m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
BMt m	3.318	2.937	2.637	2.398	2.199	2.036	1.896
BML m	53.379	45.395	40.008	37.153	35.039	33.700	33.365
GMt m	0.761	0.582	0.483	0.445	0.448	0.490	0.557
GML m	50.822	43.040	37.854	35.200	33.288	32.154	32.026
KMt m	4.772	4.592	4.492	4.452	4.454	4.494	4.559
KML m	54.819	47.038	41.852	39.197	37.285	36.149	36.019
Immersion (TPc) tonne/cm	3.311	3.376	3.440	3.530	3.618	3.717	3.837
MTc tonne.m	7.782	7.877	8.080	8.610	9.205	9.944	10.983
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	8.541	7.803	7.559	7.981	9.090	11.098	13.993
Max deck inclination deg	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639
Trim angle (+ve by stern) deg	-1.3639	-1.3639	-1.3639	-1.3639	-1.3639	-1.3639	-1.3639

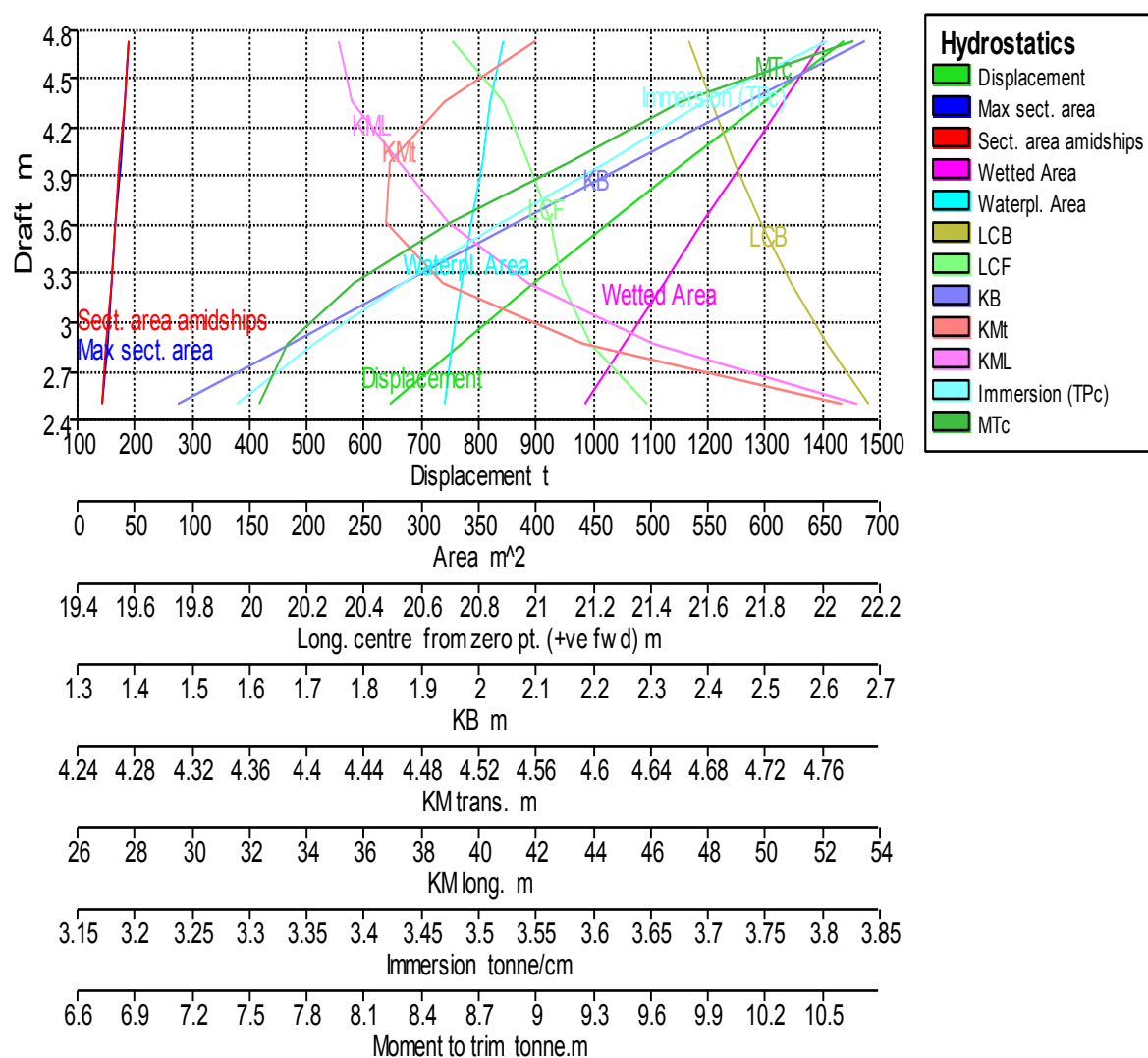




## TRIMADO -0.5:

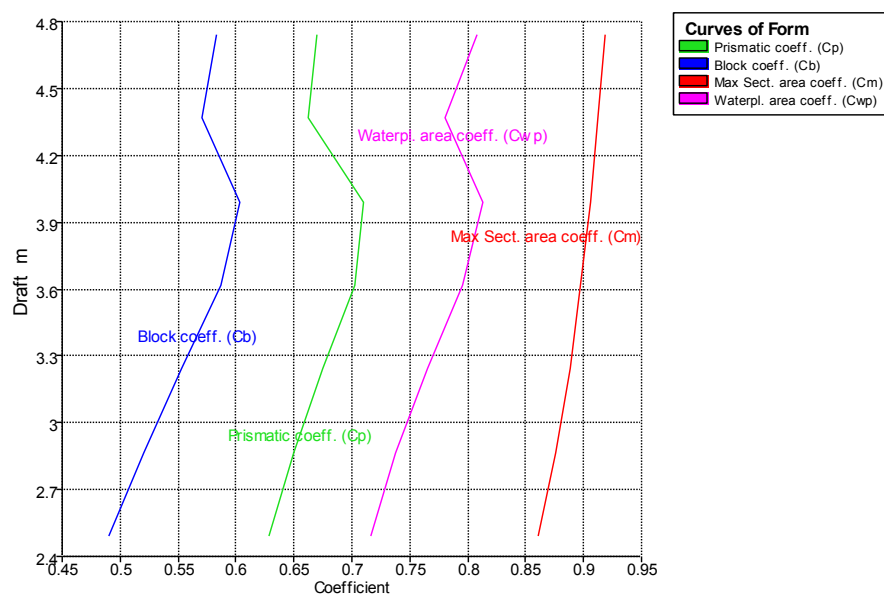
Draft Amidships m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Displacement t	641.9	768.4	897.2	1029	1163	1301	1445
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	2.740	3.115	3.490	3.866	4.241	4.616	4.991
Draft at AP m	2.240	2.615	2.990	3.366	3.741	4.116	4.491
Draft at LCF m	2.493	2.866	3.238	3.611	3.985	4.357	4.725
Trim (+ve by stern) m	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500
WL Length m	44.375	43.677	42.533	41.629	42.170	43.557	46.957
Beam max extents on WL m	10.204	10.239	10.261	10.278	10.291	10.303	10.310
Wetted Area m <sup>2</sup>	438.599	475.298	511.947	546.930	578.464	616.301	660.263
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	325.220	331.828	338.003	345.373	353.780	365.600	382.474
Prismatic coeff. (Cp)	0.645	0.667	0.696	0.721	0.722	0.709	0.667
Block coeff. (Cb)	0.534	0.565	0.600	0.631	0.639	0.633	0.602
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.860	0.875	0.888	0.898	0.907	0.914	0.920
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.718	0.742	0.774	0.807	0.815	0.815	0.790
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	20.891	20.936	20.932	20.898	20.858	20.809	20.729
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21.293	21.062	20.786	20.603	20.509	20.279	19.687
KB m	1.442	1.646	1.847	2.049	2.251	2.455	2.663
KG m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
BMt m	3.332	2.949	2.646	2.405	2.205	2.042	1.906
BML m	55.061	46.742	40.985	37.382	35.150	34.545	35.927
GMt m	0.776	0.595	0.494	0.455	0.458	0.499	0.571
GML m	52.505	44.388	38.833	35.432	33.402	33.002	34.593
KMt m	4.774	4.594	4.493	4.454	4.456	4.497	4.568
KML m	56.499	48.384	42.829	39.428	37.398	36.997	38.587
Immersion (TPc) tonne/cm	3.334	3.401	3.465	3.540	3.626	3.747	3.920
MTc tonne.m	8.024	8.121	8.295	8.678	9.250	10.225	11.902
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.688	7.983	7.740	8.171	9.288	11.336	14.410
Max deck inclination deg	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.6821	-0.6821	-0.6821	-0.6821	-0.6821	-0.6821	-0.6821



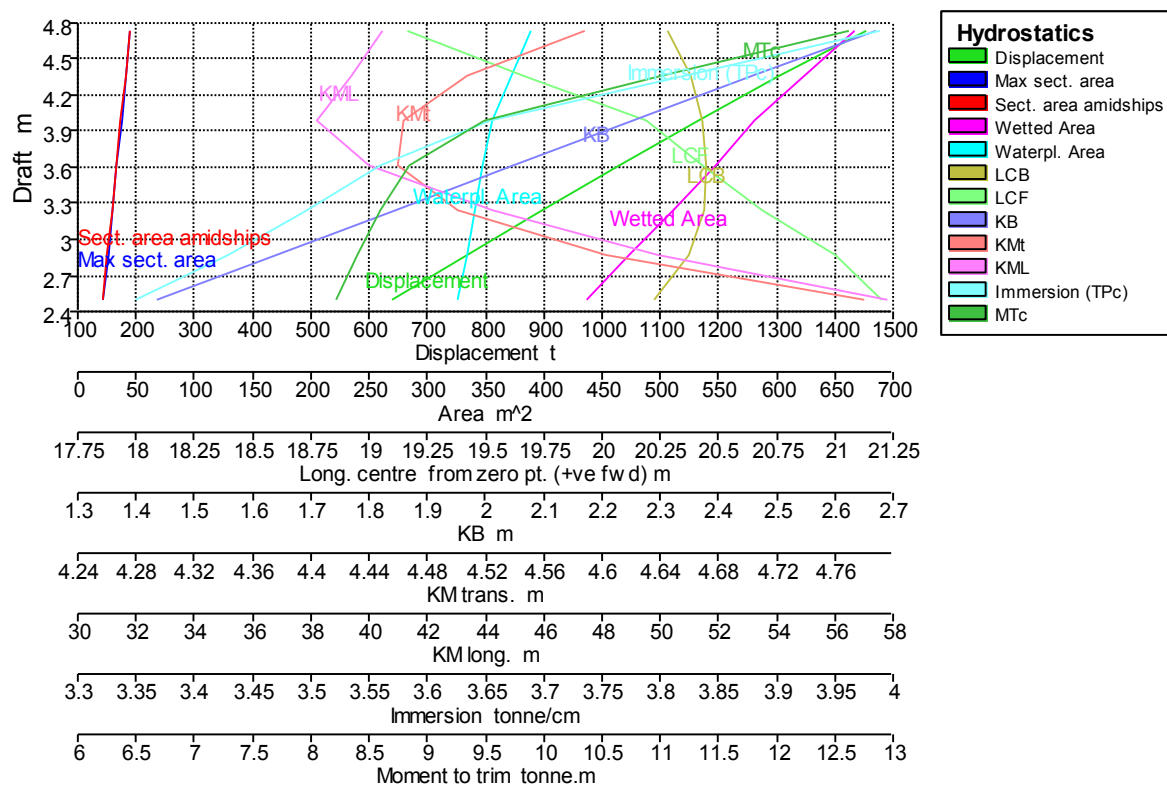


## TRIMADO 0:

Draft Amidships m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Displacement t	641.0	768.3	898.4	1031	1166	1306	1453
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Draft at AP m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Draft at LCF m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	44.676	44.252	43.453	42.442	42.619	46.351	46.695
Beam max extents on WL m	10.206	10.241	10.262	10.279	10.291	10.303	10.311
Wetted Area m <sup>2</sup>	436.691	473.800	511.471	547.542	580.830	623.499	667.248
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	326.803	334.476	341.125	347.240	356.518	372.825	389.090
Prismatic coeff. (Cp)	0.629	0.650	0.674	0.702	0.710	0.663	0.670
Block coeff. (Cb)	0.490	0.521	0.553	0.587	0.603	0.570	0.583
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.861	0.876	0.888	0.898	0.906	0.913	0.919
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.717	0.738	0.765	0.796	0.813	0.781	0.808
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	20.226	20.370	20.436	20.450	20.434	20.384	20.284
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21.197	21.002	20.686	20.430	20.195	19.665	19.167
KB m	1.436	1.642	1.846	2.049	2.252	2.459	2.671
KG m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
BMt m	3.344	2.960	2.655	2.410	2.211	2.049	1.918
BML m	56.393	48.291	42.366	37.977	35.935	36.955	37.818
GMt m	0.781	0.602	0.501	0.460	0.464	0.508	0.588
GML m	53.829	45.933	40.212	36.026	34.188	35.414	36.489
KMt m	4.781	4.602	4.501	4.460	4.464	4.508	4.588
KML m	57.829	49.933	44.212	40.026	38.188	39.414	40.489
Immersion (TPc) tonne/cm	3.350	3.428	3.497	3.559	3.654	3.821	3.988
MTc tonne.m	8.215	8.402	8.601	8.841	9.490	11.011	12.619
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.733	8.075	7.848	8.267	9.438	11.574	14.917
Max deck inclination deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

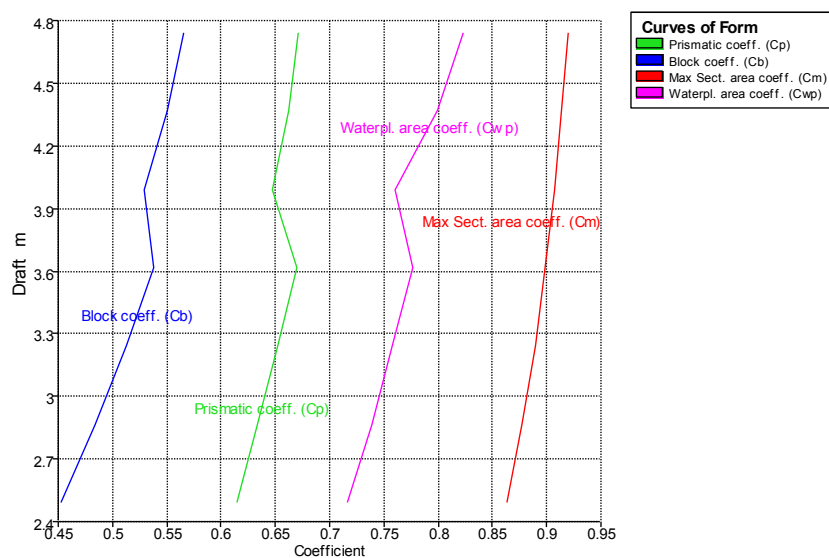


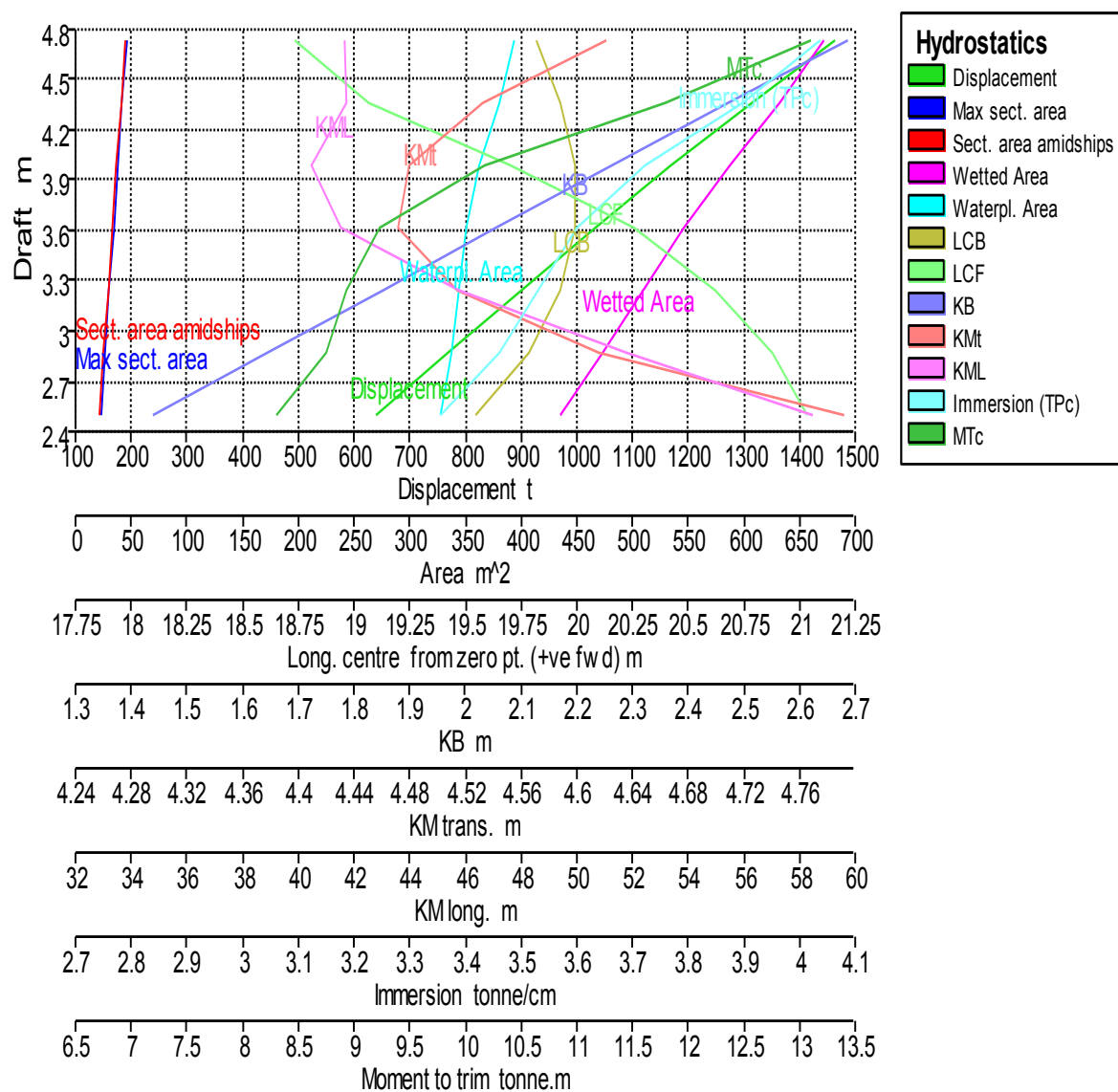




## TRIMADO 0.5:

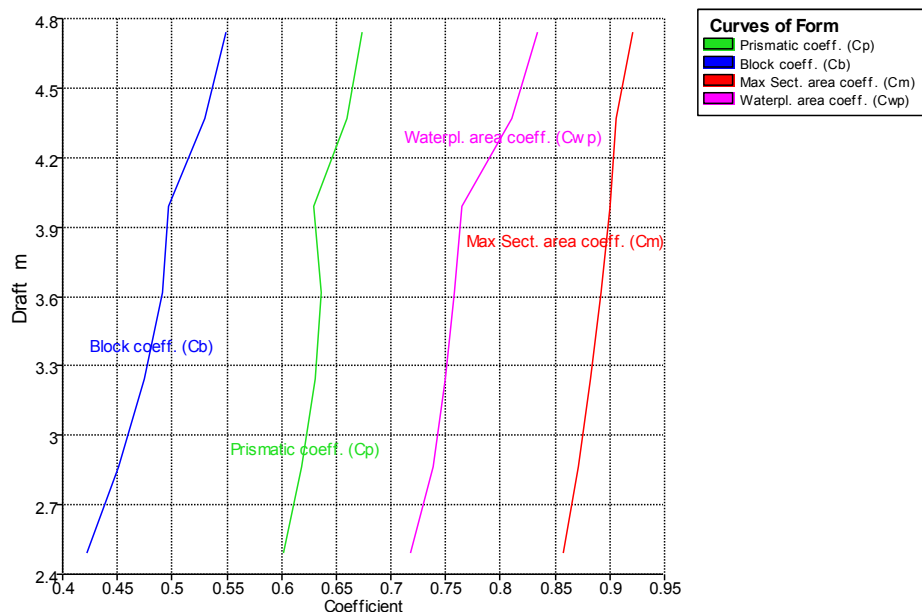
Draft Amidships m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Displacement t	640.6	768.6	899.8	1033	1170	1313	1462
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	2.240	2.615	2.990	3.365	3.741	4.116	4.491
Draft at AP m	2.740	3.115	3.490	3.865	4.241	4.616	4.991
Draft at LCF m	2.490	2.867	3.245	3.624	4.006	4.389	4.768
Trim (+ve by stern) m	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
WL Length m	44.789	44.638	44.317	44.006	46.409	46.175	46.444
Beam max extents on WL m	10.209	10.242	10.263	10.280	10.292	10.304	10.311
Wetted Area m <sup>2</sup>	434.908	472.894	510.371	545.655	586.672	631.327	672.466
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	327.495	337.639	344.397	351.182	363.105	380.205	393.957
Prismatic coeff. (Cp)	0.615	0.634	0.653	0.670	0.647	0.662	0.671
Block coeff. (Cb)	0.453	0.484	0.512	0.538	0.529	0.551	0.566
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.863	0.877	0.889	0.899	0.907	0.914	0.920
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.716	0.739	0.757	0.776	0.760	0.799	0.823
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	19.548	19.783	19.924	19.992	19.996	19.926	19.820
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21.037	20.878	20.618	20.254	19.701	19.065	18.733
KB m	1.439	1.646	1.851	2.056	2.262	2.473	2.687
KG m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
BMt m	3.353	2.971	2.663	2.416	2.218	2.059	1.934
BML m	57.067	50.143	43.889	39.460	38.235	39.276	38.960
GMt m	0.775	0.602	0.501	0.460	0.468	0.520	0.607
GML m	54.489	47.774	41.727	37.505	36.485	37.737	37.633
KMt m	4.792	4.617	4.514	4.472	4.479	4.532	4.621
KML m	58.502	51.785	45.737	41.514	40.494	41.746	41.644
Immersion (TPc) tonne/cm	3.357	3.461	3.530	3.600	3.722	3.897	4.038
MTc tonne.m	8.310	8.743	8.940	9.229	10.167	11.801	13.103
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.666	8.081	7.874	8.302	9.551	11.908	15.493
Max deck inclination deg	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821	0.6821

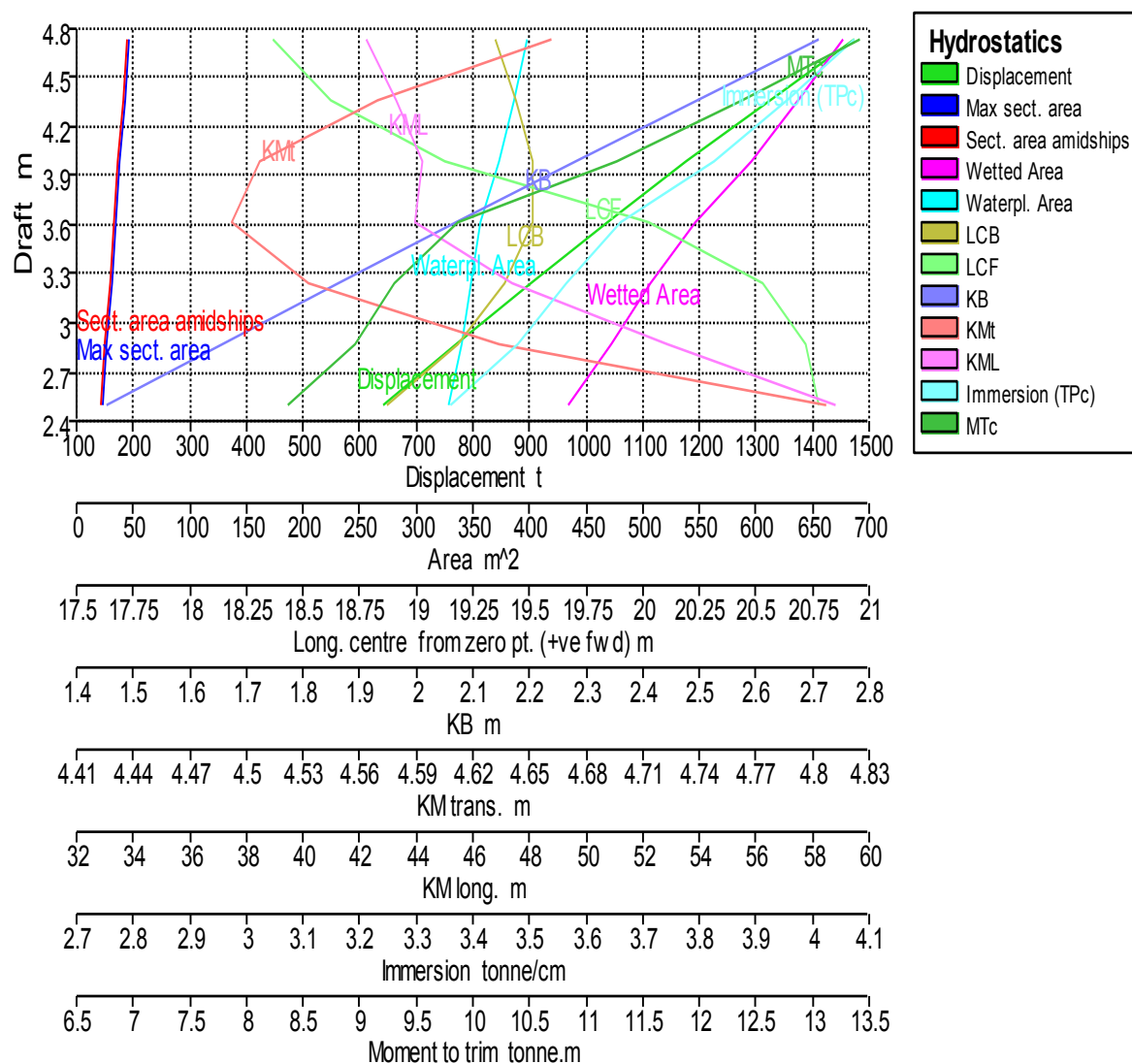




## TRIMADO 1:

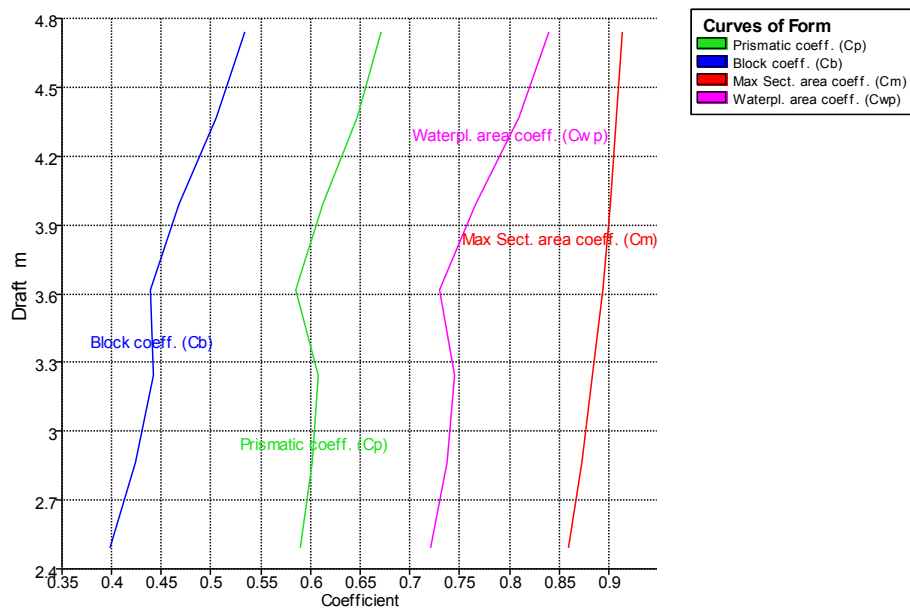
Draft Amidships m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Displacement t	640.9	769.4	901.7	1037	1178	1324	1474
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	1.990	2.365	2.740	3.115	3.491	3.866	4.241
Draft at AP m	2.990	3.365	3.740	4.115	4.491	4.866	5.241
Draft at LCF m	2.495	2.872	3.252	3.639	4.035	4.422	4.804
Trim (+ve by stern) m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
WL Length m	44.700	44.915	45.170	45.875	47.424	46.203	46.232
Beam max extents on WL m	10.211	10.243	10.265	10.280	10.293	10.304	10.311
Wetted Area m <sup>2</sup>	433.948	471.672	506.194	547.171	595.213	637.299	676.565
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	327.870	339.523	347.757	357.280	373.219	385.961	397.426
Prismatic coeff. (Cp)	0.602	0.618	0.631	0.636	0.629	0.660	0.673
Block coeff. (Cb)	0.423	0.451	0.475	0.491	0.496	0.530	0.549
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.857	0.871	0.882	0.892	0.900	0.906	0.920
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.718	0.738	0.750	0.758	0.765	0.811	0.834
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	18.867	19.181	19.394	19.512	19.517	19.443	19.345
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20.780	20.722	20.530	20.028	19.126	18.623	18.371
KB m	1.452	1.658	1.863	2.070	2.281	2.496	2.712
KG m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
BMt m	3.356	2.977	2.670	2.423	2.227	2.074	1.950
BML m	57.374	51.252	45.523	41.915	41.979	40.824	39.548
GMt m	0.758	0.593	0.496	0.458	0.473	0.533	0.623
GML m	54.776	48.867	43.349	39.950	40.226	39.283	38.221
KMt m	4.807	4.634	4.533	4.492	4.507	4.569	4.662
KML m	58.810	52.896	47.373	43.973	44.249	43.308	42.249
Immersion (TPc) tonne/cm	3.361	3.480	3.565	3.662	3.825	3.956	4.074
MTc tonne.m	8.359	8.953	9.306	9.865	11.279	12.379	13.415
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.475	7.957	7.806	8.288	9.723	12.312	16.030
Max deck inclination deg	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639
Trim angle (+ve by stern) deg	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639	1.3639

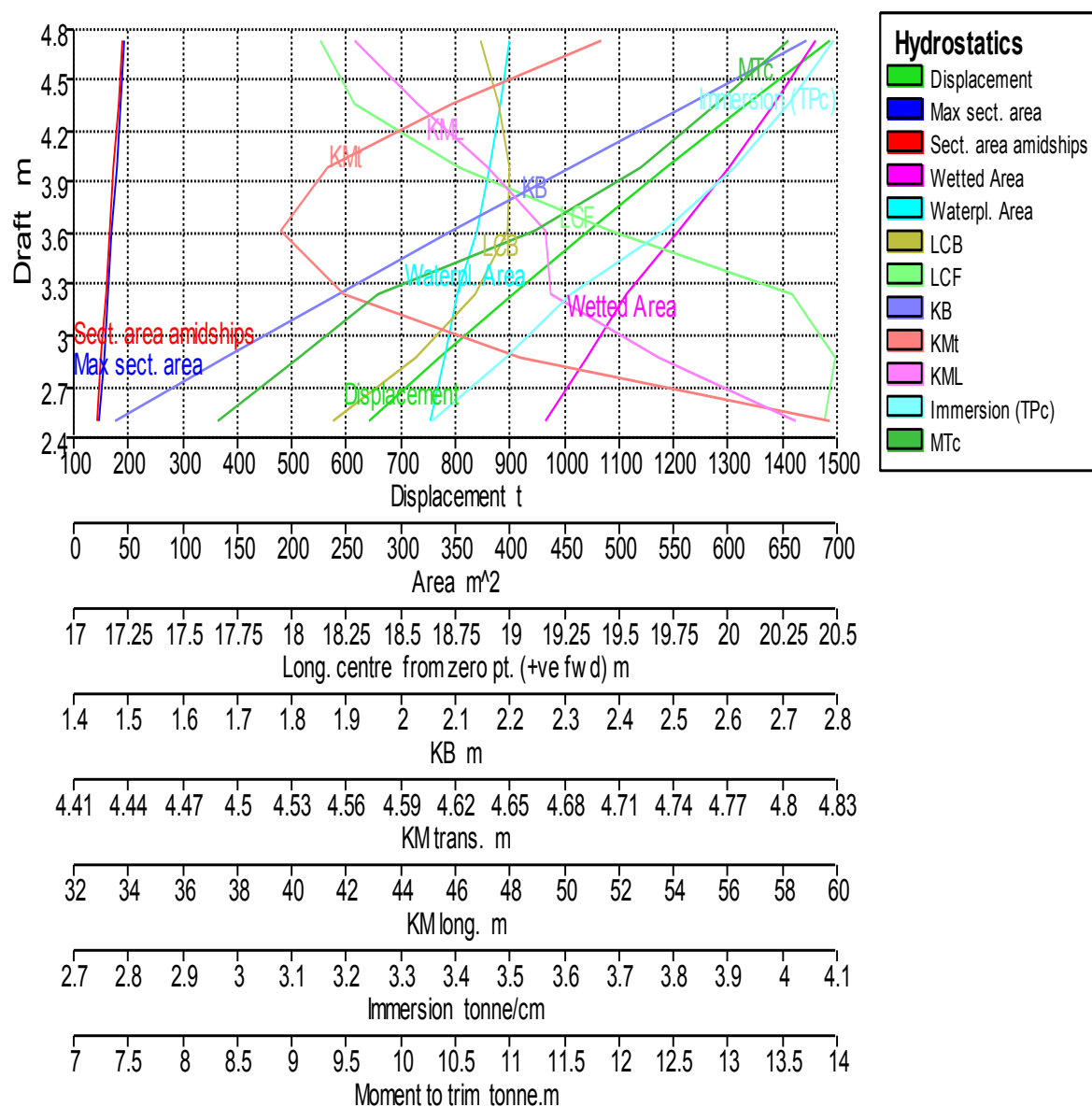




## TRIMADO 1.5:

Draft Amidships m	2.490	2.865	3.240	3.615	3.991	4.366	4.741
Displacement t	642.5	771.1	904.2	1043	1187	1336	1488
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	1.740	2.115	2.490	2.865	3.241	3.616	3.991
Draft at AP m	3.240	3.615	3.990	4.365	4.741	5.116	5.491
Draft at LCF m	2.510	2.883	3.266	3.671	4.070	4.463	4.843
Trim (+ve by stern) m	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
WL Length m	44.496	45.108	46.036	49.164	48.370	46.898	46.133
Beam max extents on WL m	10.213	10.245	10.266	10.281	10.294	10.305	10.312
Wetted Area m <sup>2</sup>	432.726	470.709	506.848	554.728	600.149	641.901	679.509
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	327.657	340.568	352.260	369.222	381.588	391.165	399.349
Prismatic coeff. (Cp)	0.590	0.602	0.608	0.586	0.612	0.646	0.672
Block coeff. (Cb)	0.398	0.424	0.443	0.438	0.468	0.505	0.534
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.860	0.873	0.884	0.893	0.901	0.908	0.913
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.721	0.737	0.745	0.730	0.766	0.809	0.839
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	18.190	18.572	18.844	18.985	18.998	18.944	18.867
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20.443	20.495	20.290	19.459	18.766	18.288	18.130
KB m	1.475	1.678	1.884	2.094	2.311	2.528	2.745
KG m	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
BMt m	3.353	2.979	2.677	2.432	2.240	2.091	1.956
BML m	57.041	51.792	47.640	47.226	44.906	42.096	39.605
GMt m	0.729	0.572	0.485	0.455	0.480	0.547	0.626
GML m	54.417	49.385	45.448	45.250	43.146	40.552	38.275
KMt m	4.826	4.655	4.559	4.524	4.549	4.618	4.700
KML m	58.480	53.437	49.494	49.290	47.188	44.597	42.325
Immersion (TPc) tonne/cm	3.358	3.491	3.611	3.785	3.911	4.009	4.093
MTc tonne.m	8.325	9.067	9.784	11.234	12.195	12.896	13.556
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.175	7.696	7.652	8.284	9.955	12.743	16.247
Max deck inclination deg	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454
Trim angle (+ve by stern) deg	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454	2.0454







## 5. CURVAS KN

El parámetro que se considera identificativo de la estabilidad a grandes ángulo es el brazo adrizante o GZ, siendo G la posición vertical del centro de gravedad del buque y Z el punto de aplicación del empuje. Al depender este parámetro de la posición del centro de gravedad los valores calculados de GZ solo pueden ser calculados en una sola situación de carga.

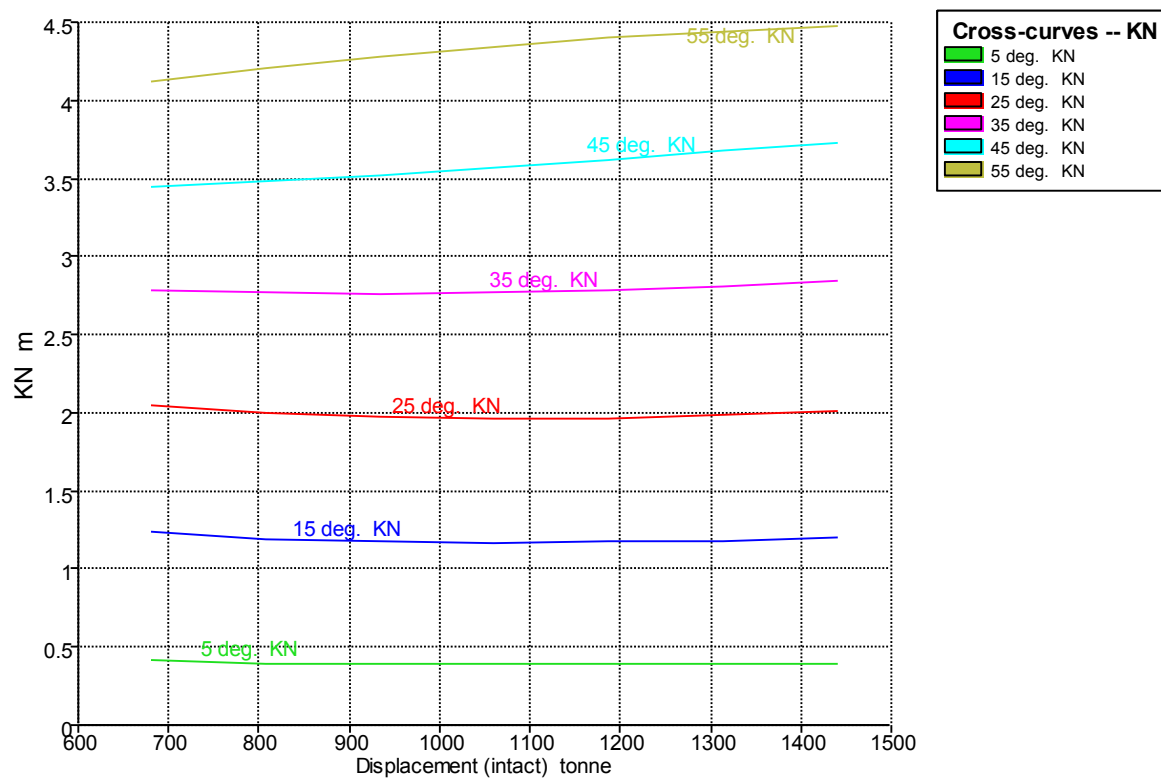
Para que los cálculos de estabilidad a grandes ángulo tengan una mayor aplicabilidad es tradicional el cálculo de las curvas KN. Las curvas KN son curvas de estabilidad calculadas para un valor ficticio del centro de gravedad situado en la intersección de crujía con la línea de base K. N es el punto de aplicación del empuje al considerar en centro de gravedad.

Las curvas KN son conocidas como las curvas de carenas inclinadas.

Se incluye a continuación las tablas de carenas rectas KN para distintos calados y trimados, cubriendo el rango desde el calado mínimo, Rosca hasta el calado máximo, plena carga, para ángulos de escora desde 5° hasta 55°.

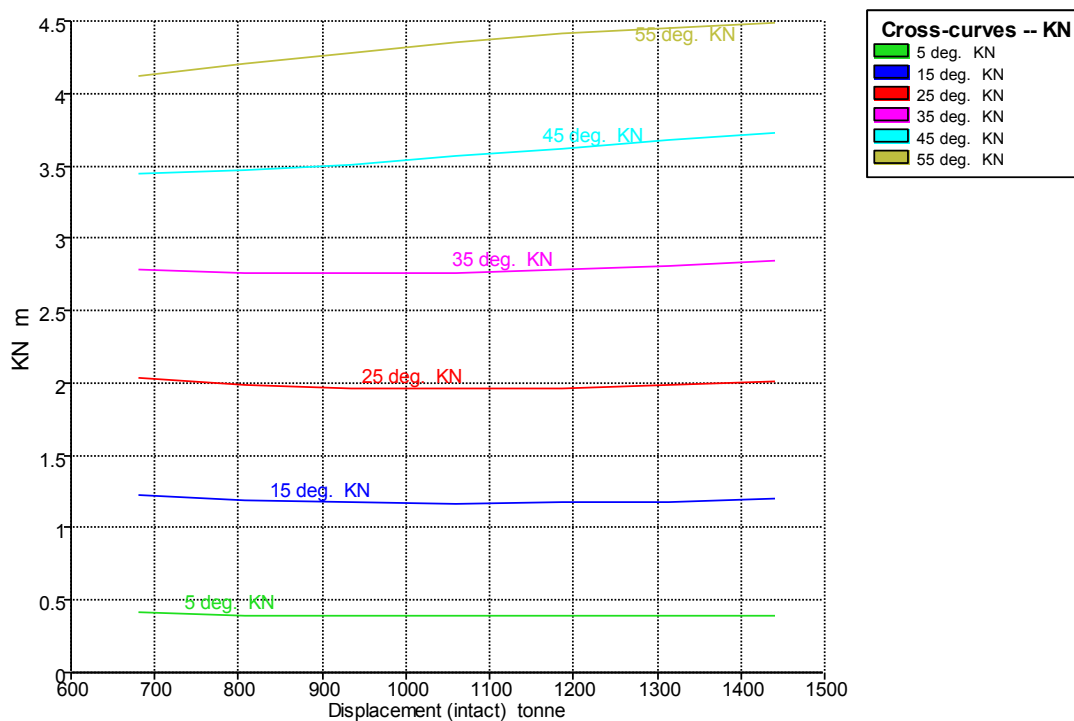
TRIMADO -1.5:

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 5.0 deg. Starb.	KN 15.0 deg. Starb.	KN 25.0 deg. Starb.	KN 35.0 deg. Starb.	KN 45.0 deg. Starb.	KN 55.0 deg. Starb.
680.0	2.598	-1.500 (fixed)	22.174	0.000	0.000	0.411	1.233	2.043	2.783	3.451	4.124
806.8	2.977	-1.500 (fixed)	22.039	0.000	0.000	0.398	1.195	1.995	2.766	3.480	4.203
933.5	3.348	-1.500 (fixed)	21.925	0.000	0.000	0.391	1.176	1.970	2.762	3.518	4.279
1060	3.710	-1.500 (fixed)	21.835	0.000	0.000	0.389	1.169	1.961	2.768	3.564	4.346
1187	4.063	-1.500 (fixed)	21.758	0.000	0.000	0.390	1.172	1.966	2.784	3.618	4.400
1314	4.409	-1.500 (fixed)	21.691	0.000	0.000	0.393	1.182	1.982	2.811	3.673	4.442
1441	4.747	-1.500 (fixed)	21.627	0.000	0.000	0.398	1.197	2.006	2.847	3.724	4.471



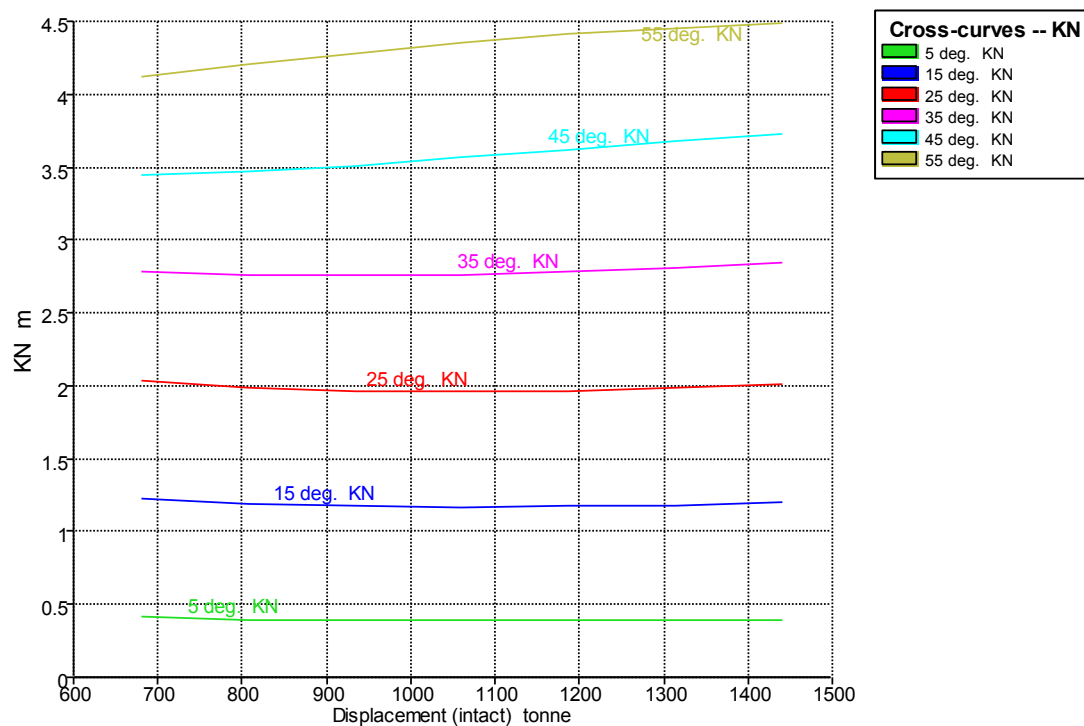
TRIMADO -1:

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 5.0 deg. Starb.	KN 15.0 deg. Starb.	KN 25.0 deg. Starb.	KN 35.0 deg. Starb.	KN 45.0 deg. Starb.	KN 55.0 deg. Starb.
680.0	2.601	-1.000 (fixed)	21.560	0.000	0.000	0.411	1.231	2.040	2.779	3.447	4.120
806.8	2.978	-1.000 (fixed)	21.505	0.000	0.000	0.397	1.194	1.992	2.761	3.475	4.200
933.5	3.347	-1.000 (fixed)	21.439	0.000	0.000	0.391	1.175	1.967	2.757	3.513	4.285
1060	3.709	-1.000 (fixed)	21.375	0.000	0.000	0.388	1.168	1.959	2.764	3.562	4.358
1187	4.061	-1.000 (fixed)	21.319	0.000	0.000	0.389	1.171	1.965	2.783	3.618	4.415
1314	4.406	-1.000 (fixed)	21.267	0.000	0.000	0.393	1.181	1.982	2.813	3.676	4.456
1441	4.741	-1.000 (fixed)	21.207	0.000	0.000	0.398	1.197	2.008	2.849	3.731	4.482



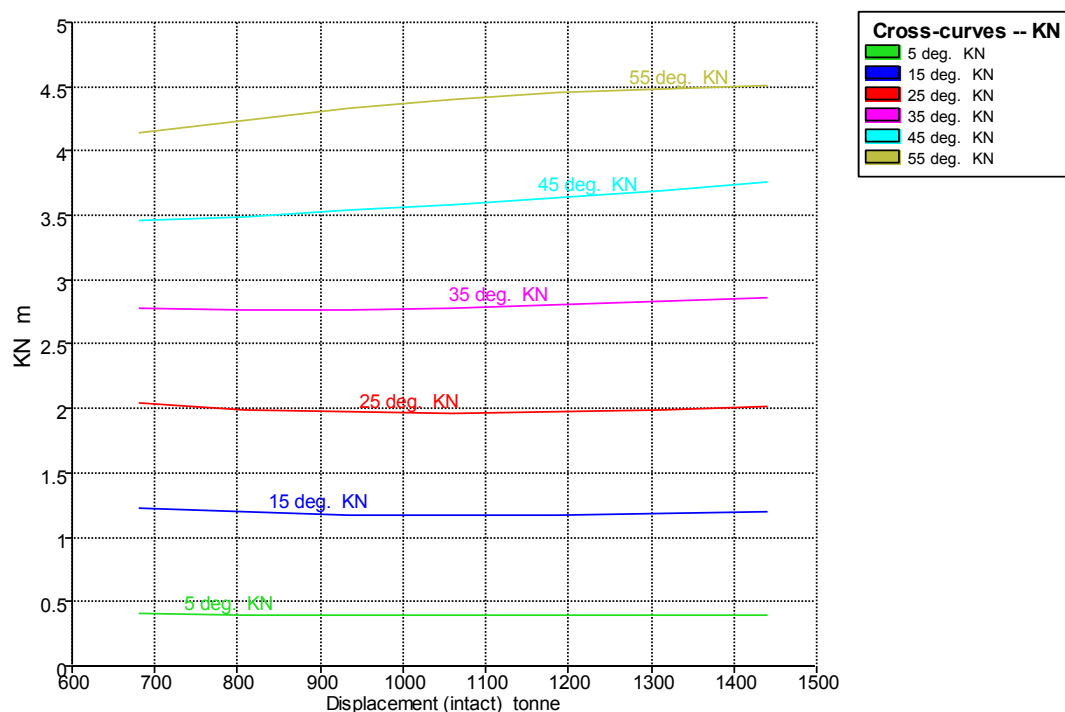
TRIMADO -0.5:

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 5.0 deg. Starb.	KN 15.0 deg. Starb.	KN 25.0 deg. Starb.	KN 35.0 deg. Starb.	KN 45.0 deg. Starb.	KN 55.0 deg. Starb.
680.0	2.601	-1.000 (fixed)	21.560	0.000	0.000	0.411	1.231	2.040	2.779	3.447	4.120
806.8	2.978	-1.000 (fixed)	21.505	0.000	0.000	0.397	1.194	1.992	2.761	3.475	4.200
933.5	3.347	-1.000 (fixed)	21.439	0.000	0.000	0.391	1.175	1.967	2.757	3.513	4.285
1060	3.709	-1.000 (fixed)	21.375	0.000	0.000	0.388	1.168	1.959	2.764	3.562	4.358
1187	4.061	-1.000 (fixed)	21.319	0.000	0.000	0.389	1.171	1.965	2.783	3.618	4.415
1314	4.406	-1.000 (fixed)	21.267	0.000	0.000	0.393	1.181	1.982	2.813	3.676	4.456
1441	4.741	-1.000 (fixed)	21.207	0.000	0.000	0.398	1.197	2.008	2.849	3.731	4.482

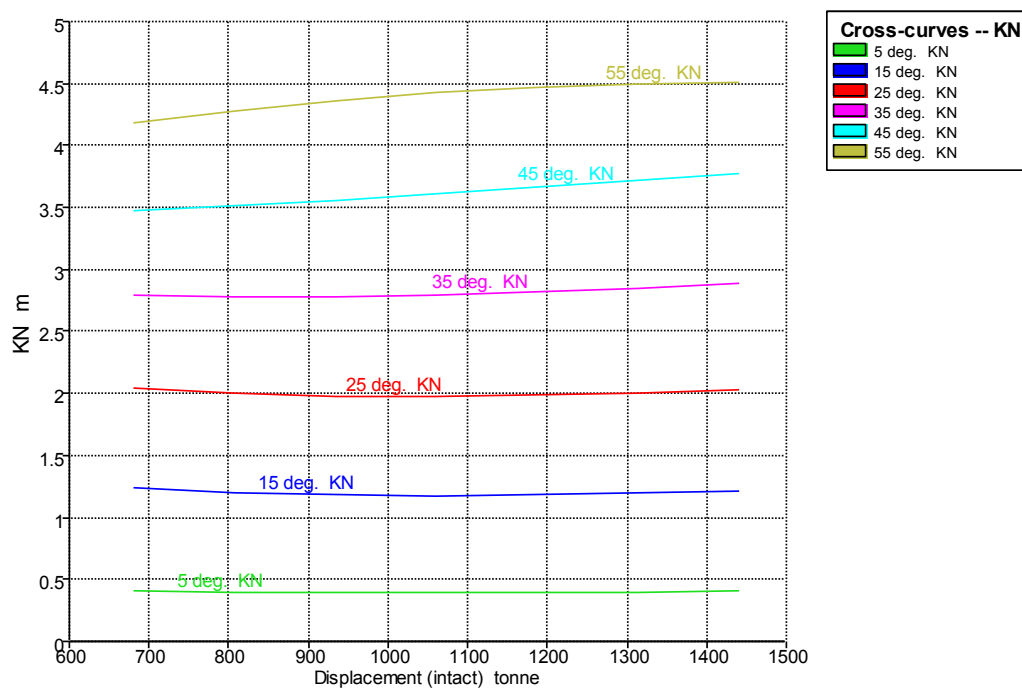


TRIMADO 0:

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 5.0 deg. Starb.	KN 15.0 deg. Starb.	KN 25.0 deg. Starb.	KN 35.0 deg. Starb.	KN 45.0 deg. Starb.	KN 55.0 deg. Starb.
680.0	2.606	0.000 (fixed)	20.279	0.000	0.000	0.411	1.233	2.043	2.783	3.455	4.147
806.8	2.977	0.000 (fixed)	20.397	0.000	0.000	0.398	1.196	1.995	2.767	3.490	4.237
933.5	3.341	0.000 (fixed)	20.444	0.000	0.000	0.391	1.177	1.970	2.765	3.536	4.329
1060	3.698	0.000 (fixed)	20.449	0.000	0.000	0.389	1.171	1.963	2.778	3.587	4.404
1187	4.048	0.000 (fixed)	20.430	0.000	0.000	0.390	1.174	1.974	2.801	3.642	4.455
1314	4.387	0.000 (fixed)	20.380	0.000	0.000	0.394	1.186	1.995	2.831	3.699	4.486
1441	4.711	0.000 (fixed)	20.293	0.000	0.000	0.400	1.204	2.022	2.867	3.757	4.503

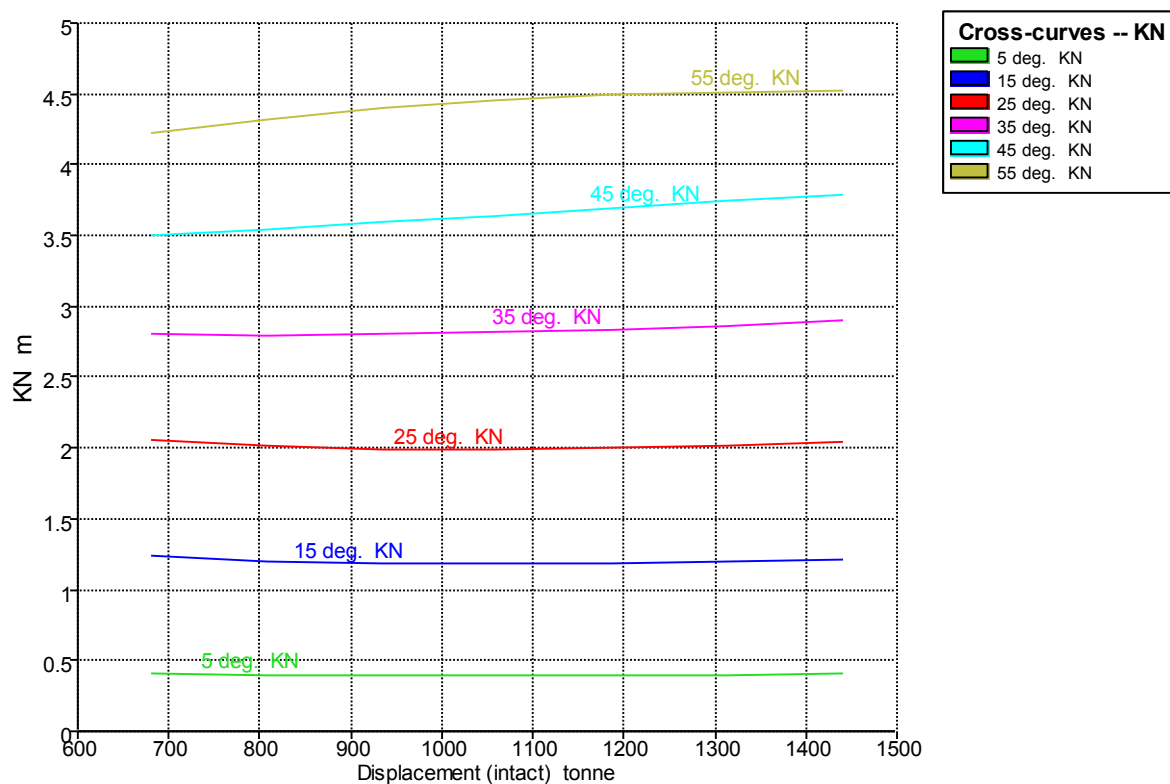
TRIMADO 0.5:

Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 5.0 deg. Starb.	KN 15.0 deg. Starb.	KN 25.0 deg. Starb.	KN 35.0 deg. Starb.	KN 45.0 deg. Starb.	KN 55.0 deg. Starb.
680.0	2.607	0.500 (fixed)	19.615	0.000	0.000	0.412	1.236	2.049	2.791	3.472	4.181
806.8	2.975	0.500 (fixed)	19.813	0.000	0.000	0.400	1.199	2.002	2.778	3.513	4.273
933.5	3.335	0.500 (fixed)	19.925	0.000	0.000	0.393	1.180	1.977	2.782	3.560	4.363
1060	3.690	0.500 (fixed)	19.972	0.000	0.000	0.390	1.175	1.973	2.796	3.612	4.431
1187	4.035	0.500 (fixed)	19.964	0.000	0.000	0.391	1.179	1.985	2.818	3.666	4.474
1314	4.367	0.500 (fixed)	19.896	0.000	0.000	0.396	1.193	2.006	2.846	3.721	4.501
1441	4.687	0.500 (fixed)	19.805	0.000	0.000	0.402	1.211	2.032	2.882	3.775	4.514



TRIMADO 1:

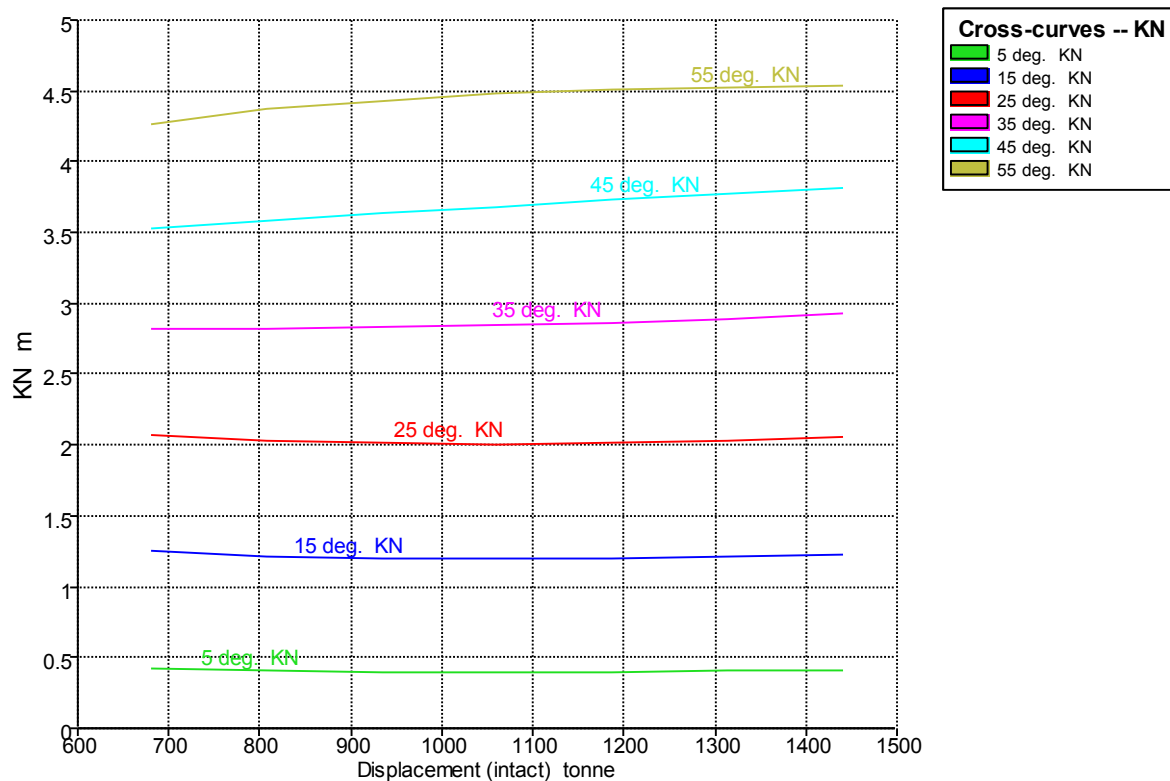
Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 5.0 deg. Starb.	KN 15.0 deg. Starb.	KN 25.0 deg. Starb.	KN 35.0 deg. Starb.	KN 45.0 deg. Starb.	KN 55.0 deg. Starb.
680.0	2.605	1.000 (fixed)	18.940	0.000	0.000	0.414	1.241	2.056	2.803	3.499	4.225
806.8	2.972	1.000 (fixed)	19.210	0.000	0.000	0.401	1.205	2.012	2.798	3.544	4.320
933.5	3.329	1.000 (fixed)	19.386	0.000	0.000	0.394	1.186	1.990	2.806	3.593	4.399
1060	3.679	1.000 (fixed)	19.472	0.000	0.000	0.392	1.181	1.989	2.820	3.644	4.456
1187	4.015	1.000 (fixed)	19.459	0.000	0.000	0.394	1.188	2.000	2.840	3.697	4.494
1314	4.341	1.000 (fixed)	19.390	0.000	0.000	0.399	1.201	2.019	2.867	3.750	4.515
1441	4.658	1.000 (fixed)	19.304	0.000	0.000	0.405	1.218	2.044	2.900	3.794	4.524



TRIMADO 1.5:



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 5.0 deg. Starb.	KN 15.0 deg. Starb.	KN 25.0 deg. Starb.	KN 35.0 deg. Starb.	KN 45.0 deg. Starb.	KN 55.0 deg. Starb.
680.0	2.601	1.500 (fixed)	18.260	0.000	0.000	0.416	1.247	2.067	2.823	3.534	4.269
806.8	2.967	1.500 (fixed)	18.595	0.000	0.000	0.403	1.212	2.027	2.825	3.582	4.367
933.5	3.321	1.500 (fixed)	18.819	0.000	0.000	0.397	1.195	2.011	2.834	3.631	4.435
1060	3.662	1.500 (fixed)	18.917	0.000	0.000	0.395	1.193	2.009	2.848	3.683	4.482
1187	3.990	1.500 (fixed)	18.916	0.000	0.000	0.397	1.199	2.018	2.867	3.734	4.512
1314	4.311	1.500 (fixed)	18.865	0.000	0.000	0.402	1.211	2.035	2.892	3.779	4.529
1441	4.626	1.500 (fixed)	18.795	0.000	0.000	0.408	1.226	2.058	2.923	3.814	4.535



## 6. ZONA ESTANCA Y PUNTOS DE INUNDACIÓN PROGRESIVA

Según la Reglamentación española se considera como zona estanca, aquella por debajo de la cubierta superior. Exceptuando la abertura del pantano de pesca, que dispone de una escotilla en la parte superior por donde se vacía el copo de la red.

Determinamos zona estanca del buque como aquellas zonas sin aberturas al exterior, o en caso de tenerlas, protegidas con cierres estancos a la intemperie.

Se definen los puntos de inundación progresiva. PIP lugares por los que puede entrar el agua y producirse una inundación progresiva al no disponer de medios de cierre estancos.

Partiendo que nuestro buque llevaría escotillas en la cubierta la intemperie estancas, ventanas de las casetas y paños estancas.

Por ello, se tienen en cuenta como puntos de inundación progresiva los siguientes, situados la puerta de acceso a la habitación en la cubierta castillo (PIP1) y puertas a babor y estribor (PIP 2 y PIP 3).

### PIP 1:

$$X = 20.4 \text{ m}$$

$$Y = 0$$

$$Z = 9.2$$

### PIP 2 Y PIP 3:

$$X = 25.2 \text{ m}$$

$$Y = 3 \text{ m}$$

$$Z = 11.5 \text{ m}$$

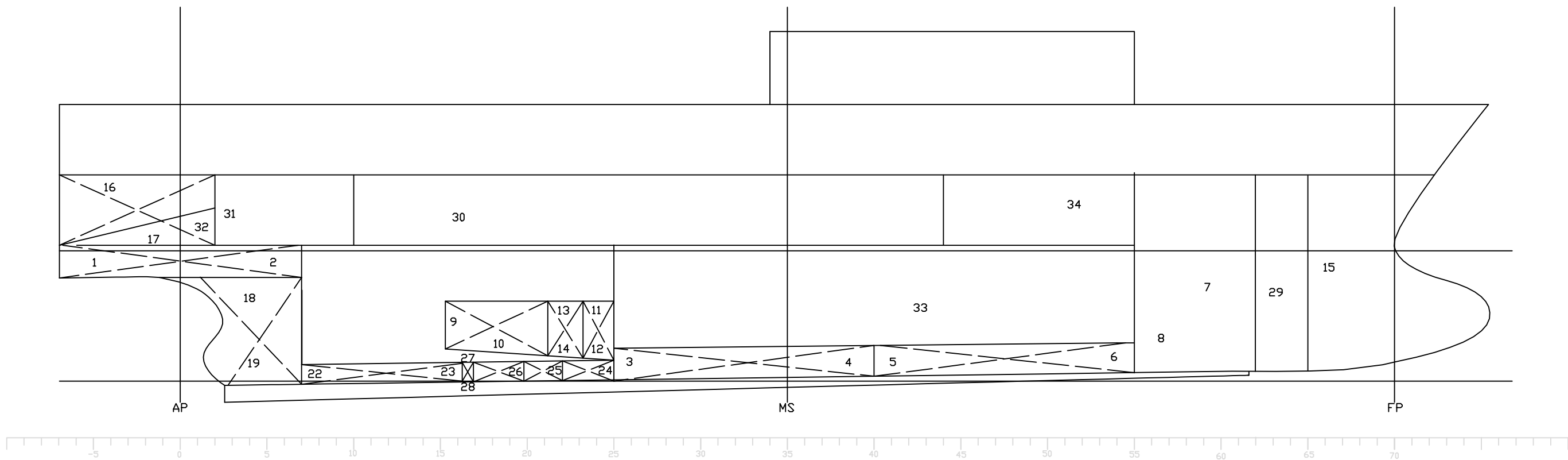
## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Reglamento de la Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas, Enero 2009.
2. Convenio de Torremolinos para la Seguridad de los Buques pesqueros.
3. Catálogo Wärtsila 20 Product Guide, Ship Power Technology; Vaasa, November 2009.
4. Buque base Rio Caxil, obtenida de la revista técnica Ingeniería Naval Enero 2005, se adjuntará al final del documento.
5. Software Maxsurf Stability Enterprise 20.
6. ISO 15749-1:2004; Abril 2005, Aenor.
7. Manual de Aislamientos industriales, página web [www.ingenieroambiental.com](http://www.ingenieroambiental.com).
8. Artículo Técnico *“Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa”* de la revista Ingeniería Naval, Abril 2000.
9. *“Proyecto de Buques y Artefactos I”* de Fernando Junco Ocampo, Universidade da Coruña, Escola Politécnica Superior, 2003.

## 8. ANEXOS

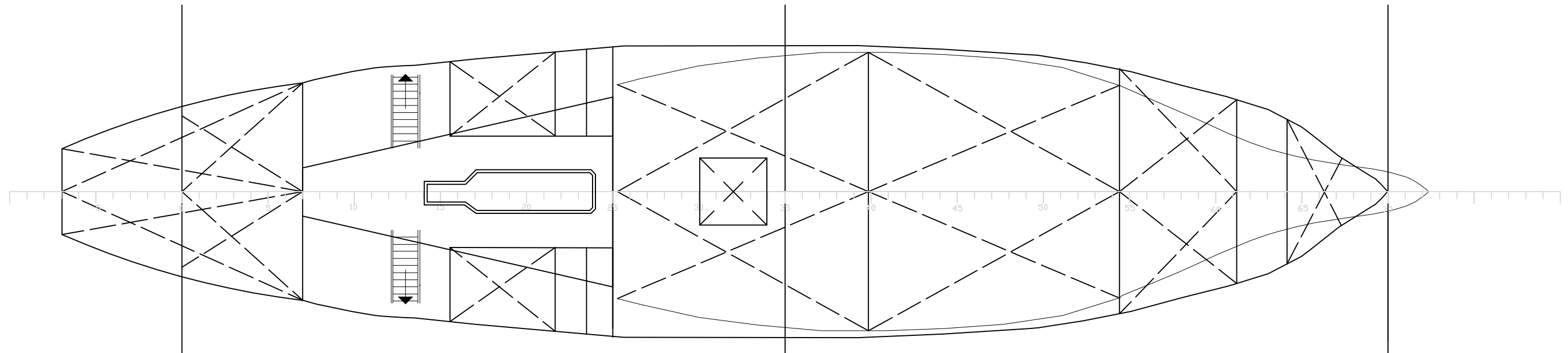
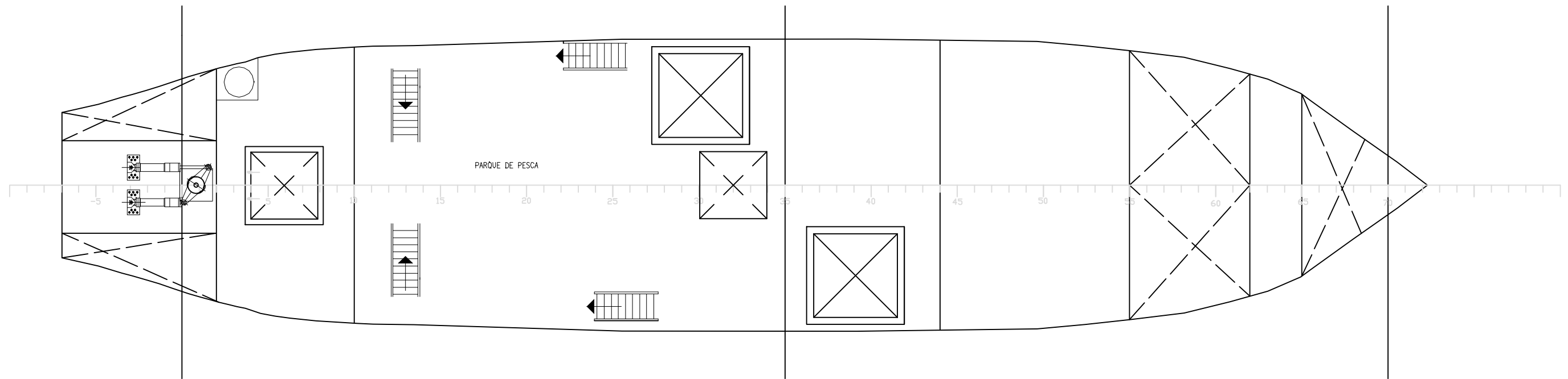
# ANEXO I

## PLANO DE COMPARTIMENTACIÓN



NUMERO	TANQUES
1	DO 1 Br
2	DO 1 Es
3	DO 2 Br
4	DO 2 Es
5	DO 3 Br
6	DO 3 Es
7	DO 4 Br
8	DO 4 Es
9	DO 5 Br
10	Do 5 Es
11	DO uso diario Br
12	DO uso diario Es
13	Sedimentacion Br
14	Sedimentacion Es
15	Pique proa
16	Lastre popa 1 Br
17	Lastre popa 1 Es
18	Lastre popa 2 Br
19	Lastre popa 2 Es
20	Agua dulce 1 Br
21	Agua dulce 1 Es
22	Agua Dulce 2 Br
23	Agua Dulce 2 Es
24	Residuales
25	Aceite
26	Lodos
27	Cofferdam Br
28	Cofferdam Es
29	Local propulsor proa
30	Parque de Pesca
31	Tanque de Recepción
32	Local servomotor
33	Bodega
34	Entrepunte

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. P. S. GRADO ARQUITECTURA NAVAL	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 14 - 104
TÍTULO DEL PROYECTO: ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m3			
TÍTULO DEL PLANO: COMPARTIMENTACION 1			FECHA: SEPTIEMBRE-2014
AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN		FIRMA:	ESCALA: 1:150
PLANO Nº: 02			



AP

MS

FP

CARACTERÍSTICAS GENERALES
ESLORA TOTAL = 51m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES = 42,00m
MANGA DE TRAZADO = 10,3m
CALADO DE TRAZADO = 4m
PUNTAL CUB. PRINCIPAL = 4,6m
PUNTAL CUB. SUPERIOR = 6,9m



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E. P. S.

GRADO ARQUITECTURA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

NÚMERO: 14 - 104

TÍTULO DEL PROYECTO:

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m3

TÍTULO DEL PLANO:

COMPARTIMENTACION 2

FECHA: SEPTIEMBRE-2014

ESCALA: 1:150

PLANO Nº: 03

AUTOR:

MARTA FREITAS SANJUÁN

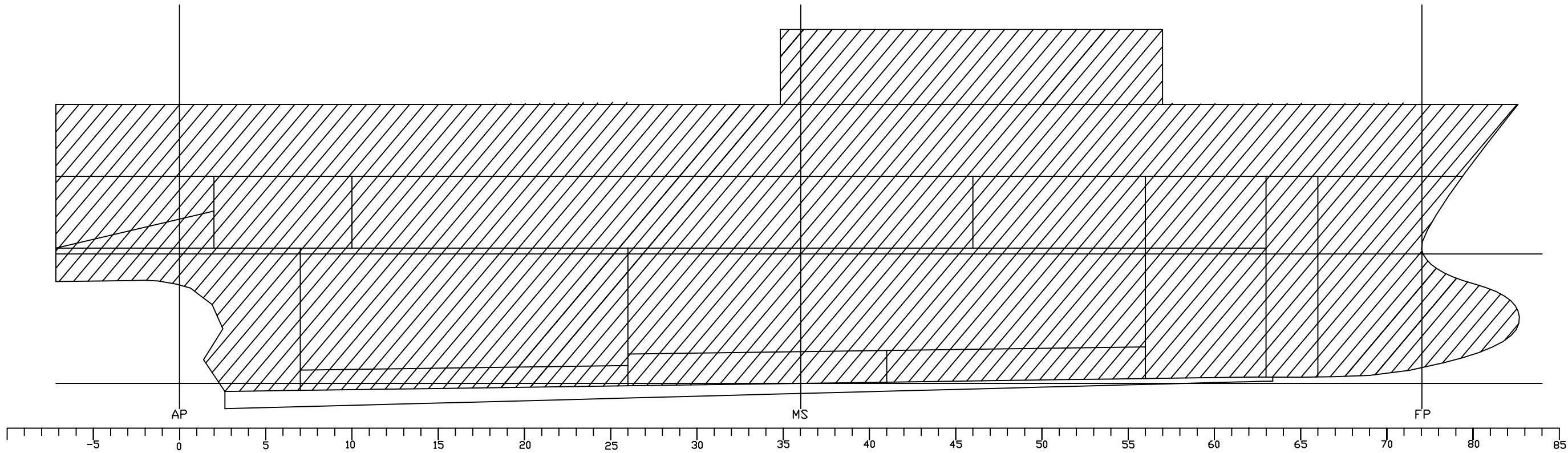
FIRMA:

# ANEXO II

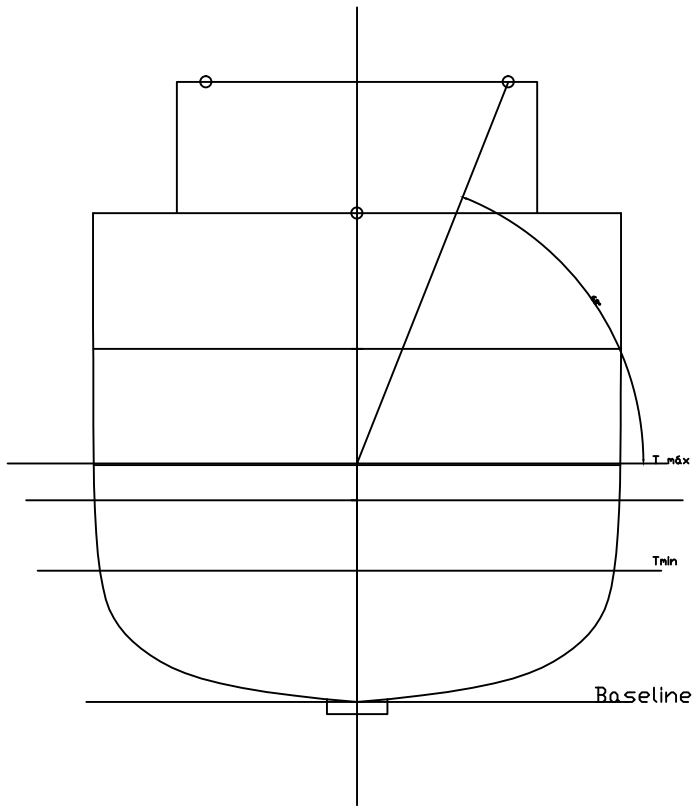
## PLANO DE INUNDACIÓN

### PIP





CARACTERÍSTICAS GENERALES
ESLORA TOTAL = 51m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES = 42,00m
MANGA DE TRAZADO = 10,3m
CALADO DE TRAZADO = 4m
PUNTAL CUB. PRINCIPAL = 4,6m
PUNTAL CUB. SUPERIOR = 6,9m



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. P. S.  GRADO ARQUITECTURA NAVAL	TRABAJO FIN DE GRADO  NÚMERO: 14-104
TÍTULO DEL PROYECTO:  ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m3			
TÍTULO DEL PLANO:  ZONA ESTANCA Y PIP			FECHA: SEPTIEMBRE-2014
AUTOR:  MARTA FREITAS SANJUÁN		FIRMA:	ESCALA: 1:150
			PLANO Nº: 04

---

# CUADERNO 5

---

## SITUACIONES DE CARGA

### ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE 600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	2
2. Buque .....	2
3. Criterios de estabilidad .....	5
3.1 Corrección por superficies libres .....	6
4. Condiciones de Carga Reglamentaria.....	10
4.1 Efecto del viento en la estabilidad del buque .....	11
4.2 Condiciones de Carga.....	13
4.2.1 Salida de puerto con el 100% de consumos y provisiones.....	16
4.2.2 Salida de caladero con el 35% de consumos y 100% de capturas .....	21
4.2.3 Llegada a puerto con el 10% de consumos y 100% de capturas .....	25
4.2.4 Llegada a puerto con el 10% de consumos y 20% de capturas .....	29
5. Bibliografía.....	35

## 1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se van a calcular y analizar:

- Criterios de Estabilidad Aplicables.
- Condiciones de carga reglamentarias.
- Valores de estabilidad.
- Compensación por efecto del viento.

Las condiciones de carga y los criterios se realizarán atendiendo al Convenio de Torremolinos y Resolution MSC. 267 (85), 4 de Diciembre 2008.. Los cálculos de las condiciones de carga realizando el software de Arquitectura naval, Maxsurf Stability Enterprise.

Partimos de un calculo del Peso en Rosca realizado en el Cuaderno 2. Una vez conocido el Peso en Rosca se llevarán a cabo el cálculo de las distintas condiciones de carga del buque, estudiando la estabilidad de cada una de ellas.

## 2. BUQUE

Las dimensiones de los buques pesqueros son también cada vez mayores; principalmente debido a que los caladeros más importantes se encuentran generalmente muy alejados, por lo que las mareas han de durar más tiempo.

Esto conlleva mayores volúmenes de bodega, volúmenes de tanques más grandes, y una habilitación cada vez mayor y más cómoda.

La estabilidad en los buques pesqueros debe cumplir unas condiciones más restrictivas que el resto de buques, la forma de estiba en las bodegas, lo que produce que los buques de pesca tengan un alto índice de siniestralidad. También hay que tener en cuenta las rutas y condiciones atmosféricas en las que trabaja el buque.

Nuestro buque un arrastrero congelador por popa con capacidad en sus bodegas de 600 m<sup>3</sup>. Navegará a una velocidad de servicio de 13 nudos y con una autonomía para 50 días, proyectado para la pesca de arrastre en el caladero NAFO (Northwest Atlantic Fisheries Organization), teniendo como puerto base Vigo. Donde capturará mariscos, pescado a granel como la fletan, bacalao entre otros.

La cubierta superior termina con una popa de estampa recta, para alojar la tobera y el timón y obtener una buena salida del agua. Esta provista de una rampa central para el largado e izado del aparejo. La proa del buque es lanzada con bulbo.

El buque está propulsado por un motor Wärtsilä 8L20 de cuatro tiempos con hélice de paso variable Reintjes Lips Moderate Skew IPP-A65-196 de aleación de Ni-Al-Bronce con diámetro de 2.8 m.

Lleva dos túneles de congelación de 20 T diarias situadas en el parque de pesca.

NAFO: LISTADO DE ESPECIES PESCADAS POR LA FLOTA ESPAÑOLA		
NOMBRE COMÚN	CODIGO FAO	NOMBRE CIENTÍFICO
ANTIMORA	ANT	ANTIMORA ROSTRATA
BACALAO	COD	GADUS MORHUA
BERTORELLA ROJA	GDE	
BROTOLA DE ROCA	FOR	PHYCIS PHYCIS
BROTOLAS	FOX	PHYCIS SPP
CAMARON	PRA	PANDALUS BOREALIS
EGLEFINO	HAD	MELANOGRAMMUS AEGLEFINUS
FLETAN BLANCO	HAL	HIPPOGLOSSUS HIPPOGLOSSUS
FLETAN NEGRO	GHL	REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES
GALLINETA	RED	SEBASTES SPP
GALLINETA NORDICA	REB	SEBASTES MENTELA
GRANADERO - berglax	RHG	MACROURUS BERGLAX
GRANADERO - rupestris	RNG	CORYPHAENOIDES RUPESTRIS
LIMANDA	YEL	LIMANDA FERRUGINEA
LOCHA BLANCA	HKW	UROPHYCIS TENUIS
LOCHA ROJA / BERTAN	HKR	UROPHYCIS CHUSS
MENDO / COREANO	WIT	GLYPTOCEPHALUS CYNOGLOSSUS
PERRITO DEL NORTE	CAT	ANARHICHAS SPP
PLATUXA AMERICANA	PLA	HIPPOGLOSSOIDES PLATESSOIDES
RAPE AMERICANO	ANG	LOPHIUS AMERICANUS
RAIA	SKA	RAJA SPP
S.ROCKLING	GDT	
TALISMAN	ALC	ALEPOCEPHALUS BAIRDII
TOIO	DGX	SQUALIDAE
VARIOS	FIN	

Tabla 1: Principales especies capturadas en NAFO

Las bodegas se están situadas en el centro y proa del buque:

La bodega de entrepuente con una capacidad de 124.8 m<sup>3</sup> se almacenaran todo tipos de mariscos congelados, en la bodega de capacidad 506 m<sup>3</sup> donde se almacenarán el pescado a granel estibados en cajas de plástico y madera estandarizadas, la densidad de la carga es variable según el tipo de capturas. Se considera que la carga congelada tiene una densidad 0,7 T/m<sup>3</sup>.

Las características del buque son:



DIMENSIONES FINALES	
<b>Lpp</b>	42
<b>B</b>	10,3
<b>Dcp</b>	4,6
<b>Dcs</b>	6,9
<b>T</b>	4
<b>Cb</b>	0,612
<b>Vol. Carena</b>	1141.7
<b>Desplazamiento</b>	1170

Tabla 2.1 Dimensiones del buque

### 3. CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Los criterios de estabilidad a aplicar son los recogidos en el Convenio de Torremolinos, Parte 2, Capítulo III, Regla 2; para la Seguridad de los Buques Pesqueros, que coincidirán con los exigidos por la Sociedad de Clasificación DNV y con la Resolución MSC.267 (85), Criterios generales comunes a todos los buques Part A, Chapter 2, 2.1. y Criterios especiales para buques pesqueros Part B, Chapter 2, 2.1.

#### Criterios de Estabilidad:

Se aplicaran los siguientes de estabilidad mínima, a menos que a juicio de la Administración la experiencia de orden operacional justifique que se prescinda de ellos.

a) El área situada bajo la curva de brazos adrizantes no será inferior a 0.055 m\* rad hasta el ángulo de escora de 30° ni inferior a 0.090 m\*rad hasta 40° o hasta el ángulo de inundación  $\Theta$  si éste es inferior a 40°. Además, el área situada bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30 ° y 40°, o entre los ángulos de 30° y  $\Theta$  si éste es menor de 40°, no será inferior a 0.030 m\*rad.

$\Theta$  es el ángulo de escora en que las aberturas del casco, la superestructura o las casetas que no se puedan cerrar rápidamente de modo estanco a la intemperie, comienzan a quedar inmersas. En la aplicación de este criterio no es necesario considerar abiertas las pequeñas aberturas a través de las cuales pueden producirse una inundación progresiva.

En caso de que la estabilidad dinámica a 30° fuesen inferior a 0.065 m\*rad, deberemos aplicar el criterio de viento y agua en cubierta.

b) El brazo adrizante GZ será de 200 mm como mínimo para un ángulo de escora de igual o superior a 30°.

c) El brazo adrizante máximo  $GZ_{\text{máx}}$  corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30° pero nunca inferior a 25°.

d) En los buques de una cubierta, la altura metacéntrica inicial GM no será inferior a 350 mm. En los buques con superestructura completa y en los de eslora igual o superior a 70 m, se podrá reducir la altura metacéntrica, con la conformidad de la Administración, pero sin que nunca sea inferior a 150 mm.

Los criterios de estabilidad a cumplir son los siguientes:

- Área curva GZ de 0° a 30°  $\geq 0.065 \text{ m*rad}$  (ó 0.055 m rad + viento + agua embarcada).
- Área curva GZ de 0° a 40° ó  $\Theta \geq 0.090 \text{ m*rad}$ .
- Área curva GZ de 30° a 40° ó  $\Theta \geq 0.030 \text{ m*rad}$ .
- GZ a 30° o superior  $\geq 0.200 \text{ m*rad}$ .
- Ángulo de GZ máximo  $\geq 25^\circ$ .
- GM inicial  $\Theta \geq 0.35 \text{ m}$  ( $>0.15 \text{ m}$  en buques de 2 cubiertas o con  $L_{pp} > 70 \text{ m}$ )

### 3.1 Corrección por superficies libres

Antes de proceder a analizar el cumplimiento de los criterios de estabilidad para cada condición de carga, se va a comprobar la incidencia del efecto de las superficies libres que tienen lugar en aquellos tanques que no van llenos a rebosar.

Debido al movimiento de los líquidos de los tanques provocados por una escora del buque, se produce a causa del desplazamiento de las cuñas, una variación del centro

de gravedad del buque, tanto horizontal afectando al brazo adrizante, GZ, como vertical, afectando a la altura metacéntrica, GM.

Para calcular el valor del momento de superficies libres a una inclinación de 30° se utiliza la siguiente fórmula:

$$M_{f.s} = v * b * \gamma * k * \sqrt{\delta}$$

donde:

v capacidad total del tanque, en m<sup>3</sup>

b anchura máxima del tanque en m

γ peso específico del líquido contenido en el tanque en m<sup>3</sup>/T

δ coeficiente de bloque del tanque

h altura máxima del tanque, en m

l longitud máxima del tanque, en m

k coeficiente en función de la relación b/h y el ángulo de escora

El coeficiente k se calcula mediante las expresiones de la OMI:

$$\text{Si } \cot(\theta) \geq \frac{b}{h} \quad k = \frac{\sin(\theta)}{12} * \left(1 + \frac{\tan^2 \theta}{2}\right) * \frac{b}{h}$$

$$\text{Si } \cot(\theta) < \frac{b}{h} \quad k = \frac{\cos(\theta)}{8} * \left(1 + \frac{\tan \theta}{\frac{b}{h}}\right) - \frac{\cos(\theta)}{12 * \left(\frac{b}{h}\right)^2} * \left(1 + \frac{\cot^2 \theta}{2}\right)$$

Se tiene que para el buque proyecto el desplazamiento mínimo es:

$$\Delta_{min} = \text{Peso del buque en Rosca} = 628.65 \text{ T}$$

Un tanque corrige si la relación del momento y desplazamiento mínimo son mayores de 0.01 m. Para los tanques pareja de babor y estribor se comprobará con la suma de los momentos individuales entre el desplazamiento mínimo.

$$M_{to} = \frac{v * b * \gamma * k * \sqrt{\delta}}{\Delta_{min}} > 0.01 \text{ m}$$

Para la elaboración de la tabla se utilizará la manga máxima de cada tanque. Tomándose los datos del diseño de tanques con el software Maxsurf Stability Enterprise.

La siguiente tabla muestra cuales son los tanques que deben tener en consideración para efectuar la corrección por superficies libres.

TANQUE	V (m³)	L (m)	B max	h (m)	Y (T/m³)	δ (cb)	b/h		K 30º	M (T*m)	M total	M/Δmin	CORRIGE
DO 1 Br	16,245	8,34	3,3	1,2	0,84	0,492	2,750	< b/h	0,107	3,383			no corrige
DO 1 Es	16,245	8,34	3,3	1,2	0,84	0,492	2,750	< b/h	0,107	3,383	6,76563999	0,010	no corrige
DO 2 Br	35,108	9	4,87	1,1	0,84	0,728	4,427	< b/h	0,113	13,869			corrige
DO 2 Es	35,108	9	4,87	1,1	0,84	0,728	4,427	< b/h	0,113	13,869	27,7385879	0,041	corrige
DO 3 Br	22,045	9	4,7	1,1	0,84	0,474	4,273	< b/h	0,113	6,769			corrige
DO 3 Es	22,045	9	4,7	1,1	0,84	0,474	4,273	< b/h	0,113	6,769	13,5387898	0,020	corrige
DO 4 Br	93,135	4,2	4,8	6,9	0,84	0,670	0,666	> b/h	0,034	10,386			corrige
DO 4 Es	92,195	4,2	4,8	6,9	0,84	0,663	0,666	> b/h	0,034	10,229	20,6147773	0,030	corrige
DO 5 Br	10,095	2,8	2,8	1,7	0,84	0,757	1,647	> b/h	0,080	1,654			no corrige
DO 5 Es	10,095	2,8	2,8	1,7	0,84	0,757	1,647	> b/h	0,080	1,654	3,30735964	0,005	no corrige
DO uso diario Br	5,179	1	3	1,9	0,84	0,909	1,579	> b/h	0,077	0,954			no corrige
DO uso diario Es	5,179	1	3	1,9	0,84	0,909	1,579	> b/h	0,077	0,954	1,90878773	0,003	no corrige
Sedimentación Br	4,769	1	3	1,8	0,84	0,883	1,667	> b/h	0,081	0,915			no corrige
Sedimentación Es	4,769	1	3	1,8	0,84	0,883	1,667	> b/h	0,081	0,915	1,82915874	0,003	no corrige
Pique proa	78,850	7,4	3,57	6,9	1	0,433	0,517	> b/h	0,025	4,654		0,007	no corrige
Lastre popa 1 Br	23,840	5,34	2,2	2,3	1	0,882	0,957	> b/h	0,046	2,290			no corrige
Lastre popa 1 Es	23,830	5,34	2,2	2,3	1	0,882	0,957	> b/h	0,046	2,288	4,57775328	0,007	no corrige
Lastre popa 2 Br	17,839	4,2	3,4	3,4	1	0,367	1,000	> b/h	0,049	1,786			no corrige
Lastre popa 2 Es	17,839	4,2	3,4	3,4	1	0,367	1,000	> b/h	0,049	1,786	3,57263884	0,005	no corrige
Agua dulce Br	11,767	7,8	3,77	0,7	1,025	0,572	5,386	< b/h	0,114	3,907			corrige
Agua dulce Es	11,767	7,8	3,77	0,7	1,025	0,572	5,386	< b/h	0,114	3,907	7,81386689	0,011	corrige
Aguas Residuales	5,319	1,2	4,25	0,7	1	1,490	6,071	< b/h	0,114	3,136		0,005	no corrige
Acetle	3,415	0,8	4	0,7	0,92	1,525	5,714	< b/h	0,114	1,764		0,003	no corrige
lodos	2,480	0,6	3,8	0,7	0,84	1,554	5,429	< b/h	0,114	1,121		0,002	no corrige

#### 4. CONDICIONES DE CARGA REGLAMENTARIA

Las Condiciones de Carga Reglamentaria a aplicar son los recogidos en el Convenio de Torremolinos, Parte 2, Capítulo III, Regla 7; para la Seguridad de los Buques Pesqueros, que coincidirán con los exigidos por la Sociedad de Clasificación DNV<sup>3</sup> y con la Resolución MSC.267 (85)<sup>4</sup>, Chapter 3, 3.4.1.6.

##### Condiciones operacionales:

1. Las condiciones operacionales que haya que tomar en consideración serán, por lo que respecta a su número y las clase, que la Administración juzgue satisfactorias, y entre ellas figurarán las siguientes, según proceda.

a) Salida hacia el caladero con abastecimiento completo de combustible, provisiones, hielo, artes de pesca, etc....

b) Salida del caladero con captura completa.

c) Llegada al puerto de origen con captura completa y un 10% de provisiones, combustibles, etc...

d) Llegada al puerto de origen con una captura mínima, que normalmente será el 20% de la captura completa pero que puede llegar al 40%, a condición de que la administración considere que las modalidades operacionales justifican ese valor.

2. Además de juzgar satisfactorias las condiciones operacionales señaladas en el párrafo 1, la Administración deberá cerciorarse de que los criterios de estabilidad mínima indicados en la Regla 2 quedan satisfechos en todas las demás condiciones operacionales que puedan darse, inclinadas las que den los más bajos valores de los parámetros de estabilidad comprendido en dichos criterios.

La Administración se cerciorará asimismo de que se tiene en cuenta toda condición especial que corresponda a un cambio dado en el modo de operar o en las zonas de operación del buque y que influya en las consideraciones hechas en el presente capítulo respecto a la estabilidad.

Por tanto, teniendo en cuenta las especificaciones de este Convenio, se tiene que las condiciones de carga que se van a analizar son las siguientes:

- Salida de puerto con el 100% de consumos y provisiones.
- Salida de caladero con un 35% de consumos y provisiones y un 100% de capturas.
- Llegada a puerto con un 10% de consumos y provisiones y un 100% de capturas.
- Llegadas a puerto con un 10% de consumos y provisiones y un 20% de capturas.

#### **4.1 Efecto del viento en la estabilidad del buque**

Para los cálculos del efecto del viento utilizaremos la Resolución MSC. 267 (85), 4 de Diciembre 2008, Chapter 2, 2.3. y con la Sociedad de Clasificación DNV Part C Chapter 6 F300.

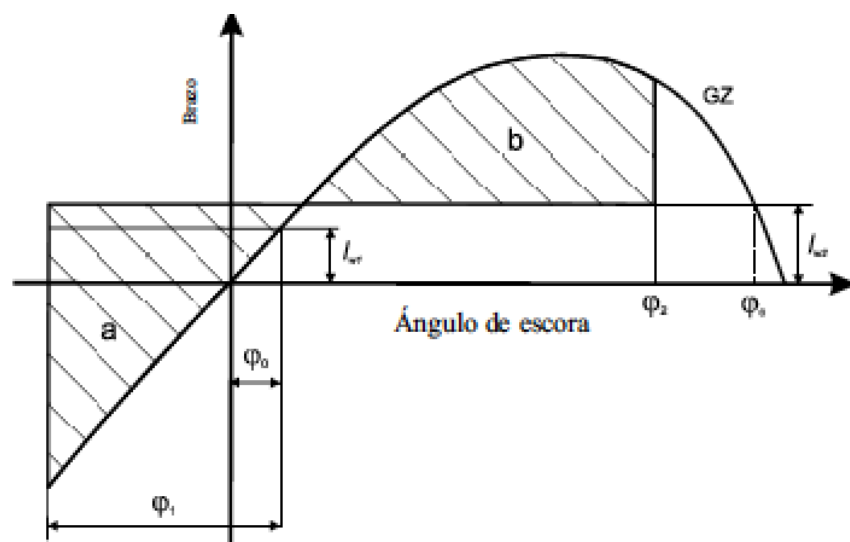
Habrá que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento de través y de balance de la siguiente manera:

- Se someterá el buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $lw_1$ ).
- Para cumplir el criterio de estabilidad por efecto del viento es necesario que el área bajo la curva de GZ y sobre  $lw_2$ , definida por  $b$ , sea mayor que el área  $a$ .
- Se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio resultante  $\varphi_0$ , el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance  $\varphi_1$  a



barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante  $\varphi_0$  no deberá ser superior a 16° o al 80% del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este ángulo es menor.

- A continuación, se someterá al buque a la presión de una ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $l_{w2}$ ).
- En estas circunstancias, el área b debe ser igual o superior al área a.



**Figura 2.3.1: Viento y balance intensos**

Tabla 4.1 Efectos del viento

	At (lateral)	As (lateral)	T medio	P	A (tmedio)	Z	$\Delta$	Lw 1
1 CONDICION	504	34,58	3,658	504	298,38	3,45	1046	0,05
2 CONDICION	504	34,58	4,785	504	235,18	3,45	1470	0,028
3 CONDICION	504	34,58	4,621	504	244,53	3,45	1405	0,031
4 CONDICION	504	34,58	3,412	504	310,63	3,45	958,2	0,057

	Lw 2	109	k	x1	x2	r	s	$\varphi 1$
1 CONDICION	0,075	109	0,692	0,926	0,944	0,789	0,059	13,99
2 CONDICION	0,0425	109	0,72	1	0,97	0,62	0,071	15,97
3 CONDICION	0,046	109	0,719	1	0,967	0,678	0,05	13,91
4 CONDICION	0,086	109	0,697	0,895	0,928	0,866	0,043	11,94

## 4.2 Condiciones de Carga

En las condiciones de carga se usaran datos iniciales comunes a todas las situaciones de carga y datos variables en función de cada condición. Los datos iniciales que se consideran comunes a todas las situaciones de carga serán el peso en rosca y aquellas partidas de peso muerto que son fijas y se encuentran siempre presentes.

El resto de datos variarán en cada situación en función de los requisitos que se pidan. Los tanques de combustible de uso diario y de sedimentación serán los últimos en ser consumidos.

Los elementos fijos a cada condición son:

- **Peso en rosca**

El análisis del peso en Rosca se realizó en el Cuaderno 2, como se va a comprobar que va a parecer inalterable en todas las condiciones de carga.

PESO ROSCA					
PARTIDAS	PESO (T)	XG	ZG	Mx (kg*m)	MZ (kg*m)
ACERO	315	18,8	4,7	5907,5	1464,8
MAQUINARIA	201,5	16,2	4,2	3682,6	954,0
EQUIPOS Y HABILITACIÓN	132,1	19,7	5,9	3099,8	821,2
QUILLOTE	20	15	-0,3	300	-6
<b>TOTAL</b>	668,6	18,4	4,4	12989,9	3234,0
margen	11,4		0,2		
<b>TOTAL ROSCA</b>	<b>680</b>	<b>18,4</b>	<b>4,2</b>		

Tabla 4.2 Peso en Rosca

La introducción del lastre fijo, el quillote, es muy habitual en los buques pesqueros, busca fundamentalmente:

- Mejorar el trimado en las condiciones de carga, sobre todo en aquellas en que su ausencia provocaría un asiento negativo.
- No sólo no es estético ver navegar a un buque en esta situación, sino que además consiguiendo asientos positivos en todas las condiciones de carga, se

asegura una presión estática suficiente para que el propulsor no corra riesgo de cavitación.

- Por otro lado es también beneficioso desde el punto de vista de estabilidad transversal, al tener las formas una mayor inercia transversal en el cuero de popa.
- Disminuye la altura del Kg, lo cual contribuye a mejorar el margen de cumplimiento de los criterios de estabilidad.

#### ▪ **Tripulación**

Se tomarán 150 kg por cada tripulante y su centro de gravedad se tomará el de la habilitación. El peso de la tripulación será de 2,85 T.

#### ▪ **Equipo de pesca**

Los efectos de pesca están formados por el siguiente desglose y el centro de gravedad del equipo de pesca se cogerá el del parque de pesca,  $x_g = 21,2$  m y  $z_g = 6,9$  m.

EQUIPO DE PESCA	
Cable de arrastre (4000m)	6200 Kg
Malletas (800 m)	3000 Kg
Puertas de arrastre (4)	1500 Kg
Red en tambor (2 aparejos)	1400 Kg
Paños de red en paños	500 Kg
Cables de arrastre	1000 Kg
Malletas de respeto paños	500 Kg
Grilletes y diversos elementos	1000 Kg
Total (sin margen)	<b>15100 Kg</b>

Tabla 4.3 Equipo de Pesca

#### ▪ **Respetos**

Los respetos están compuestos por elementos de repuesto, por si surgiera algún problema no tener que ir a puerto a buscar repuestos.

	Masa Total	xg	yg	zg
Cable y malletas respeto	5	-1,45	4	6,9
Helice respeto	2,63	30	0	6,9
Redes respeto	6	18	-3,3	6,9
Estachas respeto	2	4,8	3,3	6,9
Puertas respeto	2	4,8	-3,3	6,9

Tabla 4.4 Respetos

Los pesos variables, dependiendo de la condición de carga son:

#### ▪ Pesos de los tanques

A continuación, se dispondrá una tabla de todos los tanques que posee el buque dividido por tipos.

TANQUES	FLUIDO	DENSIDAD	CAPACIDAD m <sup>3</sup>	CAPACIDAD T	XG	YG	ZG
<b>COMBUSTIBLE</b>							
DO 1 Br	Diesel	0,84	16,245	13,646	2,402	-1,455	3,835
DO 1 Es	Diesel	0,84	16,245	13,646	2,402	1,455	3,835
DO 2 Br	Diesel	0,84	35,108	29,491	20,638	-0,027	0
DO 2 Es	Diesel	0,84	35,108	29,491	20,638	0,027	0
DO 3 Br	Diesel	0,84	22,045	18,518	24,051	0	0,06
DO 3 Es	Diesel	0,84	22,045	18,518	24,051	0	0,06
DO 4 Br	Diesel	0,84	93,135	78,234	33,024	0	0,244
DO 4 Es	Diesel	0,84	92,195	77,444	33,024	0	0,244
DO 5 Br	Diesel	0,84	10,095	8,48	12,984	-3,212	1,3
Do 5 Es	Diesel	0,84	10,095	8,48	12,984	3,212	1,3
DO uso diario Br	Diesel	0,84	5,179	4,35	14,507	-3,43	2,08
DO uso diario Es	Diesel	0,84	5,179	4,35	14,507	3,43	2,08
Sedimentacion Br	Diesel	0,84	4,769	4,006	13,508	-3,393	2,134
Sedimentacion Es	Diesel	0,84	4,769	4,006	13,508	3,393	2,134
<b>TOTAL COMBUSTIBLE</b>			<b>372,214</b>	<b>312,659</b>	<b>8,492</b>	<b>0</b>	<b>2,929</b>
<b>AGUA DE LASTRE</b>							
Pique proa	Agua lastre	1,025	80,821	78,85	40,86	0	4,141
Lastre popa 1 Br	Agua lastre	1,025	19,095	18,629	1,117	-2,609	4,6
Lastre popa 1 Es	Agua lastre	1,025	19,095	18,629	1,117	2,609	4,6
Lastre popa 2 Br	Agua lastre	1,025	18,285	17,839	4,176	-0,043	-0,28
Lastre popa 2 Es	Agua lastre	1,025	18,285	17,839	4,176	0,043	-0,28
<b>TOTAL AGUA LASTRE</b>			<b>155,581</b>	<b>151,786</b>	<b>40,86</b>	<b>0</b>	<b>4,141</b>
<b>AGUA DULCE</b>							
Agua dulce 1 Br	Agua dulce	1	11,767	11,767	-0,753	0,06	15,008
Agua dulce 1 Es	Agua dulce	1	11,767	11,767	0,753	0,06	15,008
<b>TOTAL AGUA DULCE</b>					<b>8,824</b>	<b>0</b>	<b>0,06</b>
<b>RESIDUALES</b>							
Residuales	Residuales	1	5,319	5,319	14,405	0	0,369
Aceite	Aceite	0,92	3,142	3,415	13,405	0	0,068
Lodos	Lodos	0,84	2,083	2,48	12,702	0	0,366
<b>COFFERDAM</b>							
Cofferdam Br			0,807	0,807	12,392	-0,612	0
Cofferdam Es			0,807	0,807	12,392	0,612	0

#### **4.2.1 Salida de puerto con el 100% de consumos y provisiones**

##### Tanques:

La situación de llenado de tanques en la condición de salida de puerto con el 100% de consumos.

- Todos los tanques de diesel oil se presentan llenos, de los cuales los tanques DO2, DO3 Y DO4 de babor y estribor presentan corrección por superficies libres.
- El tanque de aceite también va al 100% de capacidad.
- Agua dulce presenta corrección va al 97%.
- Los tanques de aguas residuales y lodos salen vacíos de puerto.
- El buque sale sin lastre.

##### Víveres:

Esta partida será variable para cada condición de carga. En esta condición se cuenta con las gambuzas van llevas de víveres necesarios para el sustento de la tripulación.

##### Carga:

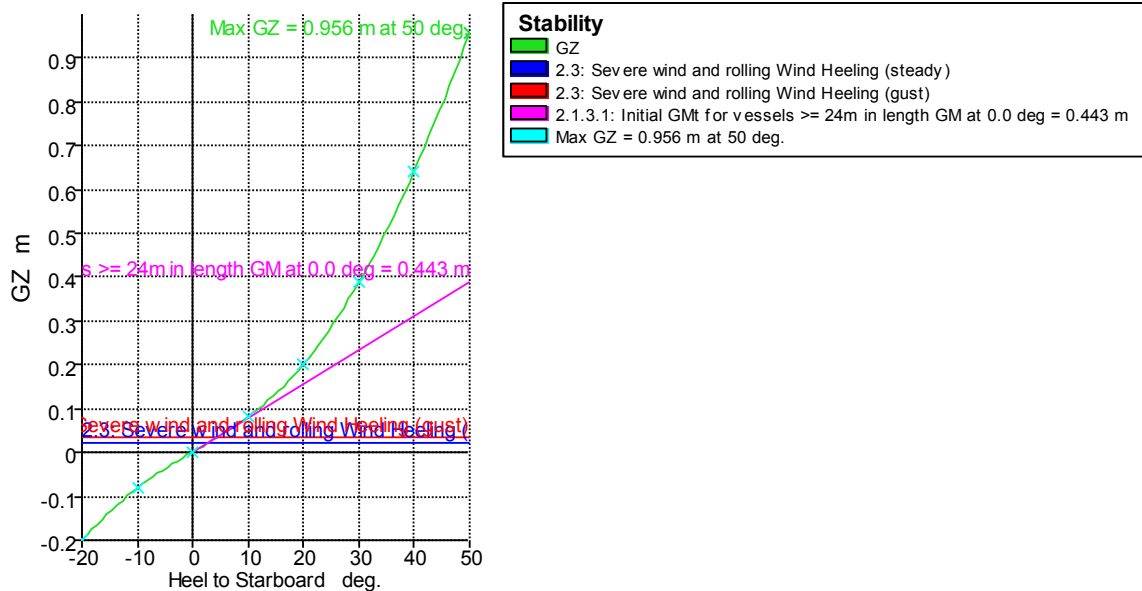
Es evidente que en esta condición de carga, el buque presenta la bodega y entrepuente totalmente vacíos de capturas.

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Bodega	0	506.000	0.000			24.600	0.000	3.450	0.000	User Specified
Entrepunte marisco	0	124.800	0.000			30.600	0.000	5.950	0.000	User Specified
Total Carga			0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	
Tripulacion	1	2.375	2.375			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Equipo de pesca	1	15.100	15.100			21.200	0.000	6.900	0.000	User Specified
Cable y malletas respeto	1	5.000	5.000			-1.450	4.000	6.900	0.000	User Specified
Helice respeto	1	2.630	2.630			30.000	0.000	6.900	0.000	User Specified
Redes respeto	1	6.000	6.000			18.000	-3.300	6.900	0.000	User Specified
Estachas respeto	1	2.000	2.000			4.800	3.300	6.900	0.000	User Specified
Puertas respeto	1	2.000	2.000			4.800	-3.300	6.900	0.000	User Specified
PESO ROSCA	1	680.000	680.000			18.400	0.000	4.200	0.000	
Viveres	1	4.750	4.750			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Total Pesos			719.855			18.409	0.000	4.372	0.000	
DO 1 Br	98%	13.646	13.373	16.245	15.920	1.888	-1.448	4.087	0.000	User Specified
DO 1 Es	98%	13.646	13.373	16.245	15.920	1.888	1.448	4.087	0.000	User Specified
DO 2 Br	97%	29.491	28.606	35.108	34.055	19.377	-2.026	0.637	44.728	IMO A.749(18)
DO 2 Es	97%	29.491	28.606	35.108	34.055	19.377	2.026	0.637	44.728	IMO A.749(18)
DO 3 Br	97%	18.518	17.962	22.045	21.384	27.793	-1.646	0.727	23.216	IMO A.749(18)
DO 3 Es	97%	18.518	17.962	22.045	21.384	27.793	1.646	0.727	23.216	IMO A.749(18)
DO 4 Br	97%	78.234	75.887	93.135	90.341	34.986	-1.865	4.053	18.667	IMO A.749(18)
DO 4 Es	97%	77.444	75.120	92.195	89.429	34.986	1.865	4.053	18.385	IMO A.749(18)
DO 5 Br	98%	8.480	8.310	10.095	9.893	11.725	-3.317	2.296	0.000	User Specified
Do 5 Es	98%	8.480	8.310	10.095	9.893	11.725	3.317	2.296	0.000	User Specified
DO uso diario Br	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	-3.430	2.080	0.000	User Specified
DO uso diario Es	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	3.430	2.080	0.000	User Specified
Sedimentacion Br	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	-3.393	2.134	0.000	User Specified
Sedimentacion Es	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	3.393	2.134	0.000	User Specified
Total Combustible	97.19%	312.659	303.889	372.214	361.773	25.882	-0.005	2.819	172.939	
Pique proa	0%	80.821	0.000	78.850	0.000	39.301	0.000	0.321	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Br	0%	19.095	0.000	18.629	0.000	0.240	-2.420	4.600	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Es	0%	19.095	0.000	18.629	0.000	0.240	2.420	4.600	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Br	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	-0.043	-0.280	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Es	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	0.043	-0.280	0.000	User Specified
Total Lastre	0%	155.581	0.000	151.786	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Agua Dulce Br	97%	11.767	11.414	11.767	11.414	8.553	-1.189	0.381	15.008	IMO A.749(18)
Agua Dulce Es	97%	11.767	11.414	11.767	11.414	8.553	1.189	0.381	15.008	IMO A.749(18)
Total Agua Dulce	97%	23.534	22.828	23.534	22.828	8.553	0.000	0.381	30.017	
Residuales	0%	5.319	0.000	5.319	0.000	14.387	0.000	0.000	0.000	User Specified
Aceite	98%	3.142	3.079	3.415	3.347	13.402	0.000	0.391	0.000	User Specified
Lodos	0%	2.083	0.000	2.480	0.000	12.699	0.000	0.000	0.000	User Specified
Cofferdam Br	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	-0.614	0.000	0.000	User Specified
Cofferdam Es	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	0.614	0.000	0.000	User Specified
Total Loadcase			1049.652	560.363	387.948	20.344	-0.001	3.824	202.956	
FS correction								0.193		
VCG fluid								4.017		

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
GZ m	0.001	0.083	0.201	0.388	0.642	0.956
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0.0000	0.0070	0.0309	0.0814	0.1703	0.3093
Displacement t	1050	1050	1050	1050	1050	1050
Draft at FP m	3.605	3.601	3.588	3.551	3.459	3.178
Draft at AP m	3.730	3.710	3.646	3.505	3.198	2.593
WL Length m	42.734	42.954	43.266	47.016	47.587	48.456
Beam max extents on WL m	10.281	10.429	10.843	11.354	11.404	11.575
Wetted Area m <sup>2</sup>	549.460	550.693	555.839	568.496	582.156	601.021
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	348.732	353.369	367.633	394.897	422.637	460.155
Prismatic coeff. (Cp)	0.697	0.695	0.698	0.654	0.662	0.659
Block coeff. (Cb)	0.578	0.578	0.499	0.405	0.383	0.373
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	20.338	20.339	20.340	20.344	20.352	20.363
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20.369	20.356	20.265	19.929	19.750	19.649
Max deck inclination deg	0.1705	10.0011	20.0001	30.0000	40.0008	50.0019
Trim angle (+ve by stern) deg	0.1705	0.1483	0.0794	-0.0625	-0.3566	-0.7974

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	20.0	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0.0550	m.rad	0.0814	Pass	+47.91
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0.0900	m.rad	0.1703	Pass	+89.26
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.0890	Pass	+196.58
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.956	Pass	+378.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	50.0	Pass	+100.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16.0	deg	3.0	Pass	+81.33
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100.00	%	847.84	Pass	+747.84
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMT for vessels >= 24m in length	0.350	m	0.443	Pass	+26.57



Draft Amidships m	3.667
Displacement t	1050
Heel deg	0.0
Draft at FP m	3.604
Draft at AP m	3.729
Draft at LCF m	3.669
Trim (+ve by stern) m	0.125
WL Length m	42.734
Beam max extents on WL m	10.281
Wetted Area m <sup>2</sup>	549.434
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	348.725
Prismatic coeff. (Cp)	0.697
Block coeff. (Cb)	0.578
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.899
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.794
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	20.338
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20.369
KB m	2.078
KG fluid m	4.017
BMt m	2.383
BML m	37.700
GMt corrected m	0.443
GML m	35.761
KMt m	4.461
KML m	39.778
Immersion (TPc) tonne/cm	3.574
MTc tonne.m	8.937
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.118
Max deck inclination deg	0.1704
Trim angle (+ve by stern) deg	0.1704



Comprobación del cumplimiento de los criterios:

	CRITERIOS	1 CONDICIÓN
GM inicial (m)	> 0.350	0,443
GZ <sub>30</sub> (m*rad)	≥ 0,055	0,0814
GZ <sub>40</sub> (m*rad)	≥ 0, 90	0,17
GZ <sub>40</sub> -GZ <sub>30</sub> (m*rad)	≥ 0,030	0,089
GZ 30 o superior	≥ 0,200	0,956
GZ máximo	≥ 25º	50
Δ (ton)	-	1046
T <sub>m</sub> (m)	-	3,658
φ <sub>1</sub> (°)	-	13,993
b/a	-	847,84

#### 4.2.2 Salida de caladero con el 35% de consumos y 100% de capturas

##### Tanques

La situación de llenado de tanques en la condición de salida de puerto con el 35% de consumos.

- Los tanques de combustible DO3 Y D4 de babor y estribor irán totalmente vacíos y los tanques DO2 al 84,24%.
- El buque saldrá de caladero con los tanques de lastre vacíos.
- El tanque de aceite también va al 35% de capacidad.
- El tanque de residuales y lodos va al 65% de capacidad.
- Los tanques de agua dulce 2 irán llenos y los tanques 1 irán a un 3,2%.

##### Carga:

El buque sale de caladero a un 100% de carga. Es decir, llevando 600 m<sup>3</sup>.

##### Viveres:

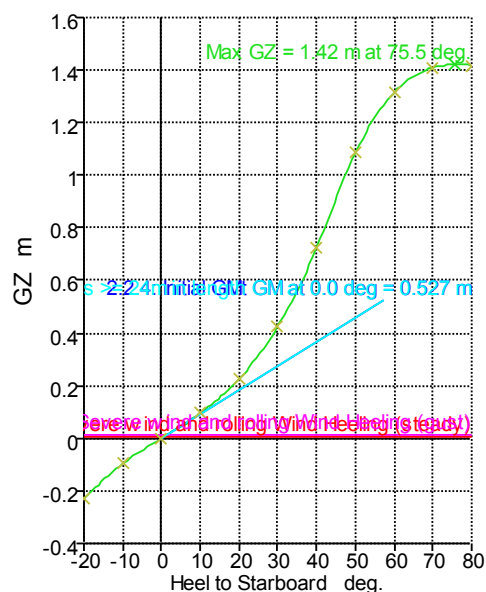
Entran a formar parte de los consumos, luego se estima para esta condición de carga un 35% del peso inicial.

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Bodega	1	491.348	491.348			24.600	0.000	3.450	0.000	User Specified
Entrepunte marisco	1	114.479	114.479			30.600	0.000	5.950	0.000	User Specified
Total Carga			605.827			25.734	0.000	3.922	0.000	
Tripulacion	1	2.375	2.375			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Equipo de pesca	1	15.100	15.100			21.200	0.000	6.900	0.000	User Specified
Cable y malletas respeto	1	5.000	5.000			-1.450	4.000	6.900	0.000	User Specified
Helice respeto	1	2.630	2.630			30.000	0.000	6.900	0.000	User Specified
Redes respeto	1	6.000	6.000			18.000	-3.300	6.900	0.000	User Specified
Estachas respeto	1	2.000	2.000			4.800	3.300	9.200	0.000	User Specified
Puertas respeto	1	2.000	2.000			4.800	-3.300	9.200	0.000	User Specified
PESO ROSCA	1	680.000	680.000			18.400	0.000	4.200	0.000	
Viveres	0.35	4.750	1.662			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Total Pesos			716.767			18.355	0.000	4.364	0.000	

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DO 1 Br	98%	13.646	13.373	16.245	15.920	1.888	-1.448	4.087	0.000	User Specified
DO 1 Es	98%	13.646	13.373	16.245	15.920	1.888	1.448	4.087	0.000	User Specified
DO 2 Br	84.24%	29.491	24.842	35.108	29.574	19.356	-1.975	0.578	44.728	IMO A.749(18)
DO 2 Es	84.24%	29.491	24.842	35.108	29.574	19.356	1.975	0.578	44.728	IMO A.749(18)
DO 3 Br	0%	18.518	0.000	22.045	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000	IMO A.749(18)
DO 3 Es	0%	18.518	0.000	22.045	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000	IMO A.749(18)
DO 4 Br	0%	78.234	0.000	93.135	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000	IMO A.749(18)
DO 4 Es	0%	77.444	0.000	92.195	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000	IMO A.749(18)
DO 5 Br	98%	8.480	8.310	10.095	9.893	11.725	-3.317	2.296	0.000	User Specified
Do 5 Es	98%	8.480	8.310	10.095	9.893	11.725	3.317	2.296	0.000	User Specified
DO uso diario Br	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	-3.430	2.080	0.000	User Specified
DO uso diario Es	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	3.430	2.080	0.000	User Specified
Sedimentacion Br	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	-3.393	2.134	0.000	User Specified
Sedimentacion Es	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	3.393	2.134	0.000	User Specified
Total Combustible	35%	312.659	109.430	372.214	130.273	13.130	0.000	1.925	89.456	
Pique proa	0%	80.821	0.000	78.850	0.000	39.301	0.000	0.321	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Br	0%	19.095	0.000	18.629	0.000	0.240	-2.420	4.600	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Es	0%	19.095	0.000	18.629	0.000	0.240	2.420	4.600	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Br	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	-0.043	-0.280	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Es	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	0.043	-0.280	0.000	User Specified
Total Lastre	0%	155.581	0.000	151.786	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Agua Dulce Br	35%	11.767	4.118	11.767	4.118	8.494	-0.938	0.168	15.008	IMO A.749(18)
Agua Dulce Es	35%	11.767	4.118	11.767	4.118	8.494	0.938	0.168	15.008	IMO A.749(18)
Total Agua Dulce	35%	23.534	8.237	23.534	8.237	8.494	0.000	0.168	30.017	
Residuales	65%	5.319	3.457	5.319	3.457	14.402	0.000	0.290	0.000	User Specified
Aceite	35%	3.142	1.100	3.415	1.195	13.402	0.000	0.180	0.000	User Specified
Lodos	65%	2.083	1.354	2.480	1.612	12.701	0.000	0.286	0.000	User Specified
Cofferdam Br	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	-0.614	0.000	0.000	User Specified
Cofferdam Es	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	0.614	0.000	0.000	User Specified
Total Loadcase			1446.172	560.363	144.775	20.976	0.000	3.954	119.473	
FS correction								0.083		
VCG fluid								4.037		

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
GZ m	0.000	0.096	0.226	0.425	0.724	1.086
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0.0000	0.0081	0.0355	0.0909	0.1898	0.3473
Displacement t	1446	1446	1446	1446	1446	1446
Draft at FP m	5.167	5.168	5.173	5.181	5.153	5.078
Draft at AP m	4.338	4.318	4.244	4.090	3.823	3.314
WL Length m	47.148	46.552	47.144	47.179	47.178	47.307
Beam max extents on WL m	10.310	10.465	10.948	11.765	12.674	11.836
Wetted Area m <sup>2</sup>	656.130	658.223	666.745	676.671	694.378	719.174
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	377.519	383.925	405.194	434.567	475.139	478.207
Prismatic coeff. (Cp)	0.665	0.675	0.672	0.681	0.697	0.712
Block coeff. (Cb)	0.606	0.590	0.511	0.447	0.405	0.438
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	21.003	21.003	21.005	21.008	21.013	21.021
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20.086	20.032	19.784	19.797	19.844	19.395
Max deck inclination deg	1.1308	10.0643	20.0339	30.0251	40.0201	50.0175
Trim angle (+ve by stern) deg	-1.1308	-1.1594	-1.2663	-1.4878	-1.8139	-2.4048

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0.0550	m.rad	0.0910	Pass	+65.37
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0.0900	m.rad	0.1896	Pass	+110.67
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.0986	Pass	+228.82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.420	Pass	+610.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	75.5	Pass	+201.82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMT	0.150	m	0.527	Pass	+251.33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16.0	deg	1.0	Pass	+93.64
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100.00	%	1498.38	Pass	+1398.38
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMT for vessels >= 24m in length	0.350	m	0.527	Pass	+50.57



Stability	
■	GZ
■	2.2.4: Initial GMT GM at 0.0 deg = 0.527 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	2.1.3.1: Initial GMT for vessels >= 24m in length GM at 0.0 deg = 0.527 m
■	Max GZ = 1.42 m at 75.5 deg.

Draft Amidships m	4.830
Displacement t	1483
Heel deg	0.0
Draft at FP m	4.986
Draft at AP m	4.673
Draft at LCF m	4.818
Trim (+ve by stern) m	-0.313
WL Length m	46.946
Beam max extents on WL m	10.312
Wetted Area m <sup>2</sup>	673.356
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	388.746
Prismatic coeff. (Cp)	0.670
Block coeff. (Cb)	0.597
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.921
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.803
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	20.538
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	19.363
KB m	2.715
KG fluid m	3.985
BMT m	1.882
BML m	36.856
GMt corrected m	0.611
GML m	35.585
KMt m	4.596
KML m	39.569
Immersion (TPc) tonne/cm	3.985
MTc tonne.m	12.563
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	15.816
Max deck inclination deg	0.4268
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.4268

Comprobación del cumplimiento de los criterios:

	CRITERIOS	2 CONDICIÓN
<b>GM inicial (m)</b>	> 0.350	0,527
<b>GZ<sub>30</sub> (m*rad)</b>	≥ 0,055	0,091
<b>GZ<sub>40</sub> (m*rad)</b>	≥ 0, 90	0,1896
<b>GZ<sub>40</sub>-GZ<sub>30</sub> (m*rad)</b>	≥ 0,030	0,0986
<b>GZ 30 o superior</b>	≥ 0,200	1,42
<b>GZ máximo</b>	≥ 25º	75,5
<b>Δ (ton)</b>	-	1470
<b>T<sub>m</sub> (m)</b>	-	4,785
<b>φ<sub>1</sub> (º)</b>	-	15,974
<b>b/a</b>	-	1498,38

### 4.2.3 Llegada a puerto con el 10% de consumos y 100% de capturas

#### Tanques:

La situación de llenado de tanques en la condición de salida de puerto con el 10% de consumos.

- Los tanques de combustible DO2, DO3, DO4 y DO5 de babor y estribor irán totalmente vacíos y los tanques DO 1 al 54,55 %.
- El buque saldrá de caladero con los tanques de lastre vacíos.
- El tanque de aceite también va al 10% de capacidad.
- El tanque de residuales y lodos va al 90% de capacidad.
- Los tanques de agua dulce irán a un 10%.

#### Carga:

El buque sale de caladero a un 20% de carga. Con un peso total de 121T.

#### Viveres:

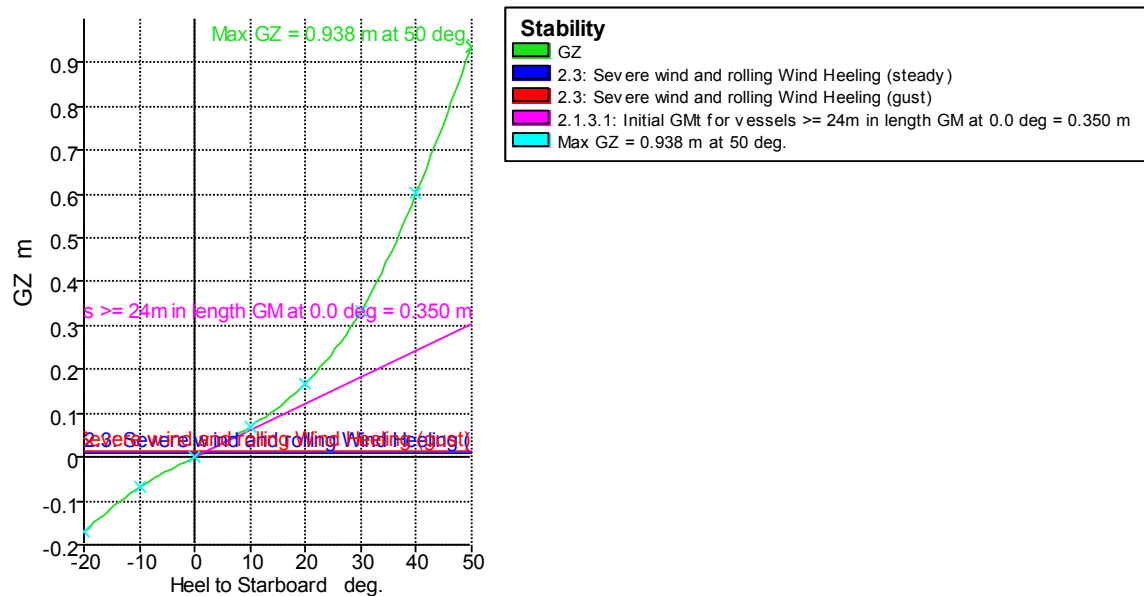
Entran a formar parte de los consumos, luego se estima para esta condición de carga un 10% del peso inicial.

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Bodega	1	491.348	491.348			24.600	0.000	3.450	0.000	User Specified
Entrepente marisco	1	114.479	114.479			30.600	0.000	5.950	0.000	User Specified
Total Carga			605.827			25.734	0.000	3.922	0.000	
Tripulacion	1	2.375	2.375			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Equipo de pesca	1	15.100	15.100			21.200	0.000	6.900	0.000	User Specified
Cable y malletas respeto	1	5.000	5.000			-1.450	4.000	6.900	0.000	User Specified
Helice respeto	1	2.630	2.630			30.000	0.000	6.900	0.000	User Specified
Redes respeto	1	6.000	6.000			18.000	-3.300	6.900	0.000	User Specified
Estachas respeto	1	2.000	2.000			4.800	3.300	6.900	0.000	User Specified
Puertas respeto	1	2.000	2.000			4.800	-3.300	6.900	0.000	User Specified
PESO ROSCA	1	680.000	680.000			18.400	0.000	4.200	0.000	
Viveres	0.1	4.750	0.475			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Total Pesos			715.580			18.334	0.000	4.343	0.000	

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DO 1 Br	54.55%	13.646	7.444	16.245	8.862	2.372	-1.447	3.835	0.000	User Specified
DO 1 Es	54.55%	13.646	7.444	16.245	8.862	2.372	1.447	3.835	0.000	User Specified
DO 2 Br	0%	29.491	0.000	35.108	0.000	17.020	-0.358	0.000	0.000	User Specified
DO 2 Es	0%	29.491	0.000	35.108	0.000	17.020	0.358	0.000	0.000	User Specified
DO 3 Br	0%	18.518	0.000	22.045	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000	User Specified
DO 3 Es	0%	18.518	0.000	22.045	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000	User Specified
DO 4 Br	0%	78.234	0.000	93.135	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000	IMO A.749(18)
DO 4 Es	0%	77.444	0.000	92.195	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000	IMO A.749(18)
DO 5 Br	0%	8.480	0.000	10.095	0.000	12.984	-3.212	1.300	0.000	User Specified
Do 5 Es	0%	8.480	0.000	10.095	0.000	12.984	3.212	1.300	0.000	User Specified
DO uso diario Br	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	-3.430	2.080	0.000	User Specified
DO uso diario Es	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	3.430	2.080	0.000	User Specified
Sedimentacion Br	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	-3.393	2.134	0.000	User Specified
Sedimentacion Es	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	3.393	2.134	0.000	User Specified
Total Combustible	10%	312.659	31.267	372.214	37.223	8.478	0.000	2.929	0.000	
Pique proa	0%	80.821	0.000	78.850	0.000	39.301	0.000	0.321	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Br	98%	19.095	18.713	18.629	18.256	-1.335	-2.881	5.955	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Es	98%	19.095	18.713	18.629	18.256	-1.335	2.881	5.955	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Br	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	-0.043	-0.280	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Es	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	0.043	-0.280	0.000	User Specified
Total Lastre	24.06%	155.581	37.426	151.786	36.513	-1.335	0.000	5.955	0.000	
Agua Dulce Br	10%	11.767	1.177	11.767	1.177	8.389	-0.723	0.058	0.000	User Specified
Agua Dulce Es	10%	11.767	1.177	11.767	1.177	8.389	0.723	0.058	0.000	User Specified
Total Agua Dulce	10%	23.534	2.354	23.534	2.354	8.389	0.000	0.058	0.000	
Residuales	90%	5.319	4.787	5.319	4.787	14.403	0.000	0.369	57.689	User Specified
Aceite	10%	3.142	0.314	3.415	0.342	13.401	0.000	0.068	31.289	User Specified
Lodos	90%	2.083	1.875	2.480	2.232	12.701	0.000	0.366	19.471	User Specified
Cofferdam Br	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	-0.614	0.000	0.000	User Specified
Cofferdam Es	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	0.614	0.000	0.000	User Specified
Total Loadcase			1399.430	560.363	83.450	20.752	0.000	4.146	108.449	
FS correction								0.077		
VCG fluid								4.223		

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
GZ m	0.000	0.069	0.169	0.333	0.601	0.938
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0.0000	0.0058	0.0259	0.0684	0.1486	0.2823
Displacement t	1399	1399	1400	1399	1399	1399
Draft at FP m	4.262	4.244	4.187	4.075	3.861	3.448
Draft at AP m	4.892	4.884	4.858	4.803	4.683	4.428
WL Length m	46.259	46.260	46.224	46.167	46.219	48.221
Beam max extents on WL m	10.308	10.462	10.942	11.730	12.524	11.822
Wetted Area m <sup>2</sup>	656.047	657.374	659.980	666.671	680.128	692.638
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	389.471	395.099	410.036	435.717	473.535	475.660
Prismatic coeff. (Cp)	0.668	0.670	0.676	0.687	0.701	0.688
Block coeff. (Cb)	0.555	0.556	0.512	0.453	0.415	0.428
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	19.745	19.704	19.594	19.416	19.153	18.852
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	18.744	18.718	18.763	18.752	18.705	19.392
Max deck inclination deg	0.8594	10.0365	20.0177	30.0112	40.0077	50.0054
Trim angle (+ve by stern) deg	0.8594	0.8726	0.9145	0.9923	1.1218	1.3368

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0.0550	m.rad	0.0684	Pass	+24.45
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0.0900	m.rad	0.1486	Pass	+65.06
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.0801	Pass	+167.03
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.938	Pass	+369.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	50.0	Pass	+100.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16.0	deg	1.7	Pass	+89.53
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100.00	%	2153.51	Pass	+2053.51
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMT for vessels >= 24m in length	0.350	m	0.350	Pass	0.00





Draft Amidships m	4.624
Displacement t	1399
Heel deg	0.0
Draft at FP m	4.879
Draft at AP m	4.369
Draft at LCF m	4.611
Trim (+ve by stern) m	-0.510
WL Length m	46.846
Beam max extents on WL m	10.308
Wetted Area m <sup>2</sup>	646.111
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	376.927
Prismatic coeff. (Cp)	0.666
Block coeff. (Cb)	0.599
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.918
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.781
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	20.768
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	19.897
KB m	2.597
KG fluid m	4.123
BMT m	1.945
BML m	35.410
GMt corrected m	0.319
GML m	33.784
KMt m	4.542
KML m	38.005
Immersion (TPc) tonne/cm	3.864
MTc tonne.m	11.257
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	7.796
Max deck inclination deg	0.6952
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.6952

Comprobación del cumplimiento de los criterios:

	CRITERIOS	3 CONDICIÓN
<b>GM inicial (m)</b>	> 0.350	0,35
<b>GZ<sub>30</sub> (m*rad)</b>	≥ 0,055	0,0684
<b>GZ<sub>40</sub> (m*rad)</b>	≥ 0, 90	0,1486
<b>GZ<sub>40</sub>-GZ<sub>30</sub> (m*rad)</b>	≥ 0,030	0,0801
<b>GZ 30 o superior</b>	≥ 0,200	0,938
<b>GZ máximo</b>	≥ 25º	50
<b>Δ (ton)</b>	-	1405
<b>T<sub>m</sub> (m)</b>	-	4,621
<b>φ<sub>1</sub> (º)</b>	-	13,906
<b>b/a</b>	-	2153,5

#### 4.2.4 Llegada a puerto con el 10% de consumos y 20% de capturas

##### Tanques:

La situación de llenado de tanques en la condición de salida de puerto con el 10% de consumos.

- Los tanques de combustible DO2, DO3, DO4 y DO5 de babor y estribor irán totalmente vacíos y los tanques DO 1 al 54,55 %.
- El buque saldrá de caladero con los tanques de lastre vacíos.
- El tanque de aceite también va al 10% de capacidad.
- El tanque de residuales y lodos va al 90% de capacidad.
- Los tanques de agua dulce irán a un 10%.

##### Carga:

El buque sale de caladero a un 20% de carga.

##### Viveres:

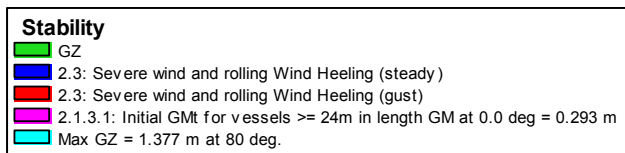
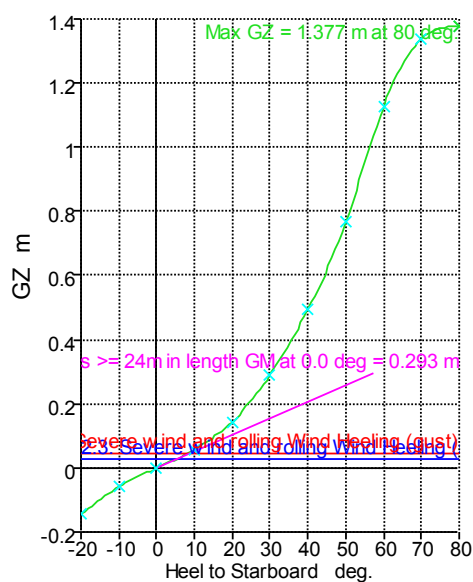
Entran a formar parte de los consumos, luego se estima para esta condición de carga un 10% del peso inicial.

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Bodega	0.2	491.348	98.270			24.600	0.000	3.450	0.000	User Specified
Entrepunte marisco	0.2	114.479	22.896			30.600	0.000	5.950	0.000	User Specified
Total Carga			121.165			25.734	0.000	3.922	0.000	
Tripulacion	1	2.375	2.375			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Equipo de pesca	1	15.100	15.100			21.200	0.000	6.900	0.000	User Specified
Cable y malletas respeto	1	5.000	5.000			-1.450	4.000	6.900	0.000	User Specified
Helice respeto	1	2.630	2.630			30.000	0.000	6.900	0.000	User Specified
Redes respeto	1	6.000	6.000			18.000	-3.300	6.900	0.000	User Specified
Estachas respeto	1	2.000	2.000			4.800	3.300	6.900	0.000	User Specified
Puertas respeto	1	2.000	2.000			4.800	-3.300	6.900	0.000	User Specified
PESO ROSCA	1	680.000	680.000			18.400	0.000	4.200	0.000	
Viveres	0.1	4.750	0.475			31.000	0.000	9.200	0.000	User Specified
Total Pesos			715.580			18.334	0.000	4.343	0.000	

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DO 1 Br	54.55%	13.646	7.444	16.245	8.862	2.372	-1.447	3.835	0.000	User Specified
DO 1 Es	54.55%	13.646	7.444	16.245	8.862	2.372	1.447	3.835	0.000	User Specified
DO 2 Br	0%	29.491	0.000	35.108	0.000	17.020	-0.358	0.000	0.000	User Specified
DO 2 Es	0%	29.491	0.000	35.108	0.000	17.020	0.358	0.000	0.000	User Specified
DO 3 Br	0%	18.518	0.000	22.045	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000	User Specified
DO 3 Es	0%	18.518	0.000	22.045	0.000	24.051	0.000	0.060	0.000	User Specified
DO 4 Br	0%	78.234	0.000	93.135	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000	IMO A.749(18)
DO 4 Es	0%	77.444	0.000	92.195	0.000	33.024	0.000	0.244	0.000	IMO A.749(18)
DO 5 Br	0%	8.480	0.000	10.095	0.000	12.984	-3.212	1.300	0.000	User Specified
Do 5 Es	0%	8.480	0.000	10.095	0.000	12.984	3.212	1.300	0.000	User Specified
DO uso diario Br	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	-3.430	2.080	0.000	User Specified
DO uso diario Es	98%	4.350	4.263	5.179	5.076	14.506	3.430	2.080	0.000	User Specified
Sedimentacion Br	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	-3.393	2.134	0.000	User Specified
Sedimentacion Es	98%	4.006	3.926	4.769	4.674	13.507	3.393	2.134	0.000	User Specified
Total Combustible	10%	312.659	31.267	372.214	37.223	8.478	0.000	2.929	0.000	
Pique proa	98%	80.821	79.205	78.850	77.273	40.856	0.000	4.141	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Br	0%	19.095	0.000	18.629	0.000	0.240	-2.420	4.600	0.000	User Specified
Lastre popa 1 Es	0%	19.095	0.000	18.629	0.000	0.240	2.420	4.600	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Br	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	-0.043	-0.280	0.000	User Specified
Lastre popa 2 Es	0%	18.285	0.000	17.839	0.000	3.009	0.043	-0.280	0.000	User Specified
Total Lastre	50.91%	155.581	79.205	151.786	77.273	40.856	0.000	4.141	0.000	
Agua Dulce Br	10%	11.767	1.177	11.767	1.177	8.389	-0.723	0.058	0.000	User Specified
Agua Dulce Es	10%	11.767	1.177	11.767	1.177	8.389	0.723	0.058	0.000	User Specified
Total Agua Dulce	10%	23.534	2.353	23.534	2.353	8.389	0.000	0.058	0.000	
Residuales	90%	5.319	4.787	5.319	4.787	14.403	0.000	0.369	0.000	User Specified
Aceite	10%	3.142	0.314	3.415	0.342	13.401	0.000	0.068	0.000	User Specified
Lodos	90%	2.083	1.875	2.480	2.232	12.701	0.000	0.366	0.000	User Specified
Cofferdam Br	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	-0.614	0.000	0.000	User Specified
Cofferdam Es	0%	0.807	0.000	0.807	0.000	12.200	0.614	0.000	0.000	User Specified
Total Loadcase			956.547	560.363	124.210	20.757	0.000	4.187	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								4.187		

Heel to Starboard deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
GZ m	0.000	0.058	0.144	0.291	0.494	0.767
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0.0000	0.0048	0.0218	0.0589	0.1266	0.2351
Displacement t	956.5	956.5	956.6	956.6	956.6	956.6
Draft at FP m	3.084	3.067	3.007	2.877	2.596	2.017
Draft at AP m	3.714	3.706	3.678	3.605	3.418	2.998
WL Length m	44.484	44.762	45.373	49.015	49.377	49.421
Beam max extents on WL m	10.273	10.414	10.787	11.168	11.148	11.434
Wetted Area m <sup>2</sup>	522.792	523.939	527.684	542.440	553.724	571.529
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	347.655	352.030	365.362	393.093	413.553	445.867
Prismatic coeff. (Cp)	0.654	0.652	0.649	0.610	0.617	0.624
Block coeff. (Cb)	0.513	0.511	0.458	0.377	0.360	0.353
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	19.831	19.807	19.730	19.547	19.219	18.764
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20.479	20.441	20.332	19.735	19.287	18.783
Max deck inclination deg	0.8594	10.0365	20.0177	30.0112	40.0077	50.0054
Trim angle (+ve by stern) deg	0.8594	0.8726	0.9145	0.9923	1.1218	1.3368

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0.0550	m.rad	0.0589	Pass	+7.01
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0.0900	m.rad	0.1266	Pass	+40.68
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.0678	Pass	+125.84
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.377	Pass	+588.50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	50.0	Pass	+220.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16.0	deg	5.4	Pass	+66.56
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100.00	%	1978.91	Pass	+1878.91
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMT for vessels >= 24m in length	0.350	m	0,508	Pass	+45,14



Draft Amidships m	3.409
Displacement t	956.5
Heel deg	0.0
Draft at FP m	3.584
Draft at AP m	3.235
Draft at LCF m	3.406
Trim (+ve by stern) m	-0.350
WL Length m	42.210
Beam max extents on WL m	10.271
Wetted Area m <sup>2</sup>	527.979
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	341.867
Prismatic coeff. (Cp)	0.705
Block coeff. (Cb)	0.603
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.893
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.789
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	20.778
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20.637
KB m	1.937
KG fluid m	4.087
BMt m	2.533
BML m	39.411
GMt corrected m	0.251
GML m	37.129
KMt m	4.470
KML m	41.347
Immersion (TPc) tonne/cm	3.504
MTc tonne.m	8.456
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4.194
Max deck inclination deg	0.4771
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.4771

Comprobación del cumplimiento de los criterios:

	CRITERIOS	4 CONDICIÓN
GM inicial (m)	> 0.350	0,508
GZ <sub>30</sub> (m*rad)	≥ 0,055	0,0589
GZ <sub>40</sub> (m*rad)	≥ 0, 90	0,1266
GZ <sub>40</sub> -GZ <sub>30</sub> (m*rad)	≥ 0,030	0,0678
GZ 30 o superior	≥ 0,200	1,377
GZ máximo	≥ 25º	50
Δ (ton)	-	958,2
T <sub>m</sub> (m)	-	3,412
φ <sub>1</sub> (°)	-	11,941
b/a	-	1978,9

**TABLA RESUMEN CRITERIOS:**

	CRITERIOS	1 CONDICIÓN	2 CONDICIÓN	3 CONDICIÓN	4 CONDICIÓN
GM inicial (m)	> 0,350	0,443	0,527	0,35	0,508
GZ <sub>30</sub> (m*rad)	≥ 0,055	0,0814	0,091	0,0684	0,0589
GZ <sub>40</sub> (m*rad)	≥ 0, 90	0,17	0,1896	0,1486	0,1266
GZ <sub>40</sub> -GZ <sub>30</sub> (m*rad)	≥ 0,030	0,089	0,0986	0,0801	0,0678
GZ 30 o superior	≥ 0,200	0,956	1,42	0,938	1,377
GZ máximo	≥ 25º	50	75,5	50	50
Δ (ton)	-	1046	1470	1405	958,2
T <sub>m</sub> (m)	-	3,658	4,785	4,621	3,412
φ <sub>1</sub> (°)	-	13,993	15,974	13,906	11,941
b/a	-	847,84	1498,38	2153,5	1978,9

**4.3 Curva KG máximo**

El cálculo del KG<sub>máx</sub> tiene por objeto determinar la altura máxima que puede tener el centro de gravedad del buque de manera que cumpla con unos determinados criterios de estabilidad.

El procedimiento de cálculo consiste en determinar para cada valor del desplazamiento el valor del KG<sub>máx</sub> compatible con cada una de las condiciones impuestas por el criterio de estabilidad, determinando el menor de ellos.

1 Condición: Salida de puerto

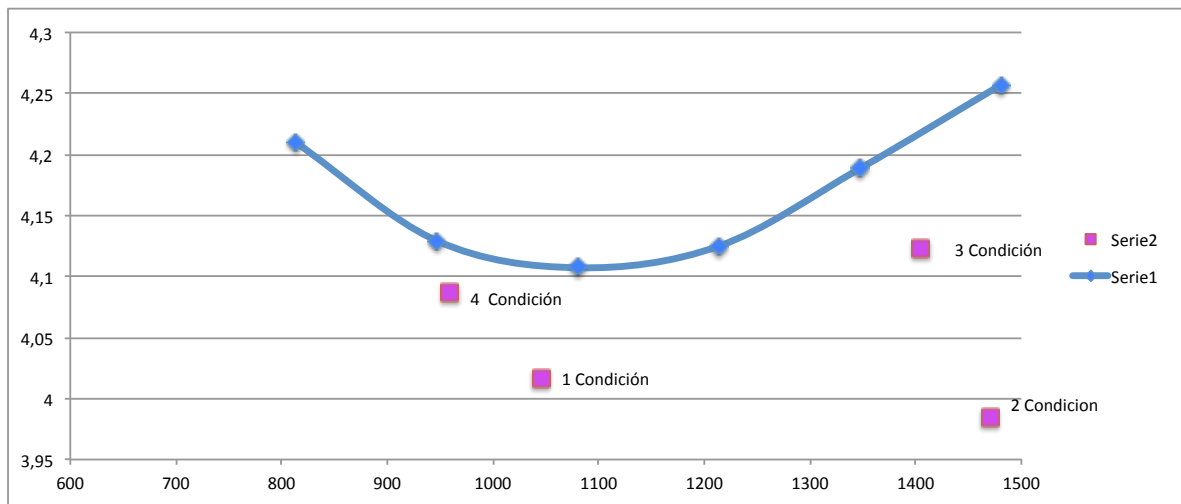
2 Condición: Salida de caladero 35% consumos 100% carga

3 Condición: Llegada a puerto 10% consumos 100% carga

4 Condición: Llegada a puerto 10% consumos 20% carga

	KG	Desplazamiento
1 CONDICION	4,017	1046
2 CONDICION	3,985	1470
3 CONDICION	4,123	1405
4 CONDICION	4,087	958,2

KG MAXSURF	
813,33	4,210
946,67	4,129
1080	4,107
1213,33	4,125
1346,67	4,188
1480	4,257



Esta gráfica representa, la curva azul son los datos obtenidos del software Maxsurf Stability Enterprise, eligiendo la opción de cálculo Límite KG, y los puntos rojos representan las condiciones.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Software Maxsurf Stability Enterprise 18.
2. Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.
3. Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas.
4. Resolution MSC. 267 (85), 4 de Diciembre 2008.
5. Artículo Técnico *“Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa”* de la revista Ingeniería Naval, Abril 2000.
6. *“Proyecto de Buques y Artefactos I”* de Fernando Junco Ocampo, Universidade da Coruña, Escola Politécnica Superior, 2003.



---

# CUADERNO 6

---

## PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE  
 $600 \text{ m}^3$



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	2
2. Predicción de potencia .....	2
3. Elección del motor propulsor .....	7
4. Predimensionamiento de la hélice .....	13
5. Cálculo del timón .....	20
5.1 Centro de presión .....	23
5.2 Fuerza del timón .....	23
5.3 Cálculo del par .....	24
6. Bibliografía .....	25
7. Anexo I .....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se estudia la predicción de potencia por medio de métodos estadísticos de tal forma que se puede definir el sistema propulsivo que se instalará sin recurrir a ensayos con modelos a escala en un canal de ensayos hidrodinámicos.

Partiendo de los datos obtenidos hasta este momento se realizará el cálculo del propulsor del buque para lo cual hay que elegir previamente el motor principal.

Una vez seleccionados motor y propulsor, de modo que ofrezcan un buen rendimiento tanto en la condición de navegación libre como en la condición de arrastre, se selecciona una reductora adecuada.

Una vez definidos los parámetros de la hélice se procede a determinar la geometría de la misma en base a las características de la serie de propulsores que se han tomado como referencia en el proyecto.

Finalmente se definirán las dimensiones y configuración del timón y el par del servomotor.

## 2. Predicción de potencia

Para la elección definitiva del propulsor vamos a proceder de la siguiente forma; en primer lugar realizaremos una predicción de la potencia con el software NAVCAD 2009 basadas en el método de Holtrop.

Los datos necesarios para el cálculo de la resistencia al avance se obtienen del software Maxsurf del cálculo de hidrostáticas y de las características del buque.

Método Holtrop 1984:

Este método permite predecir la resistencia al avance. Basado en más de una centena de ensayos realizados en el canal de experiencias de MARIN y contrastado con datos de un sin fin de buques.

El planteamiento de este método estadístico se basa en la resistencia por formación de olas.

El campo de aplicación para Holtrop 1984 tiene que cumplir una serie de parámetros que se muestran en la tabla 2.6

PARÁMETROS		BUQUE PROYECTO
Hélices	1,2...	1
Coef. Prismático	0.55 --- 0.85	0.625
Lwl/Bwl	3.9 --- 14.9	4.447
Bwl/T	2.1 --- 4	2.578
Fn	0.1 --- 0.8	0.33

Tabla 2.1 Parámetros

Hydrostatics at DWL			
	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1159	t
2	Volume (displaced)	1130,542	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	4,000	m
4	Immersed depth	4,000	m
5	WL Length	45,776	m
6	Beam max extents o	10,283	m
7	Wetted Area	606,444	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	37,983	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	391,626	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,650	
11	Block coeff. (Cb)	0,600	
12	Max Sect. area coeff	0,924	
13	Waterpl. area coeff.	0,832	
14	LCB length	20,359	fwd) m
15	LCF length	18,520	fwd) m
16	LCB %	44,475	% Lwl
17	LCF %	40,457	% Lwl
18	KB	2,332	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	2,481	m
21	BML	47,613	m
22	GMt corrected	4,813	m
23	GML	49,945	m
24	KMt	4,813	m
25	KML	49,945	m
26	Immersion (TPc)	4,014	onne/cm
27	MTc	13,780	onne.m
28	RM at 1deg = GMt.Di	97,339	onne.m

Density (water)   
 Std. densities   
 VCG

Tabla 2.2 Hidrostáticas

Las dimensiones necesarias para el bulbo y la estampa se obtienen del Cuaderno 3, Formas del buque.

La Tabla 2.3 Hull data Iniciales recoge todos los datos iniciales necesarios para la predicción de potencia y resistencia al avance.

Project data - Hull

Condition Hull Appendage Environment Misc Propulsor

Data for: Monohull

General

Length between PP: 42 m

W/L bow pt aft FP: -3,455 m

Length on W/L: 45,728 m

Max beam on W/L: 10,283 m

Max molded draft: 4 m

Displacement bare: 1130 t

Wetted surface: 670,548 m<sup>2</sup>

Chine type: Hard chine

Parameters

Lwl/B: 4,447

B/T: 2,5708

Cb: 0,5856

Cws: 2,9877

Cañamaran

Hull spacing: 0 m

Ct-based Planing

Max section area: 39,647 m<sup>2</sup> Cx: 0,9639

Waterplane area: 330,33 m<sup>2</sup> Cw: 0,7025

Trim by stern: 1,5 m

LCB aft of FP: 20,77 m LCB/Lpp: 0,4945

Bulb ext fwd FP: 44,107 m

Bulb area at FP: 3,17 m<sup>2</sup>

Bulb ctr abv BL: 2,128 m

Transom area: 9,583 m<sup>2</sup> At/Ax: 0,2417

Transom beam: 7 m Bt/Bx: 0,6807

Transom draft: 5,5 m Tt/T: 1,375

Half ent angle: 18,6 Deg

Bow shape: Average flow [Norr]

Stern shape: Average flow [Norr]

Done Help

Figura 2.1 Datos Iniciales del casco

**RESULTADOS:**

Prediction results							
Vel [kts]	Fn	Rn	Cf	[Cform]	[Cw]	Cr	Ct
1,00	0,024	1,98e+7	0,002673	0,000633	0,003268	0,003901	0,007494
3,00	0,073	5,94e+7	0,002250	0,000543	0,003492	0,004035	0,007205
5,00	0,121	9,90e+7	0,002086	0,000513	0,003303	0,003816	0,006823
7,00	0,170	1,39e+8	0,001988	0,000499	0,002984	0,003483	0,006392
9,00	0,219	1,78e+8	0,001919	0,000467	0,002731	0,003198	0,006038
11,00	0,267	2,18e+8	0,001867	0,000410	0,002924	0,003334	0,006121
13,00	0,316	2,57e+8	0,001825	0,000333	0,003626	0,003959	0,006704
14,00	0,340	2,77e+8	0,001807	0,000285	0,003926	0,004211	0,006938

Vel [kts]	Rw [N]	Rr [N]	Rbare [N]	PEbare [kW]	Rmisc [N]	Rtotal [N]	PEtotal [kW]
1,00	297	355	682	0	102	785	0
3,00	2861	3305	5902	9	885	6788	10
5,00	7517	8684	15526	40	2329	17855	46
7,00	13311	15536	28509	103	4276	32785	118
9,00	20135	23581	44518	206	6678	51196	237
11,00	32210	36723	67421	382	10113	77534	439
13,00	55787	60907	103137	690	15471	118608	793
14,00	70041	75130	123782	892	18567	142349	1025

HydroComp NavCad 5.11.0099.NC31.S666

Tabla

## 2.3 Resultados

VELOCIDAD	R total (N)	PEtotal (kW)
13	118608	793

Tabla 2.4 Resultados 2

Obtenemos por tanto una potencia efectiva ( $P_E$ ) 793 kW necesaria para vencer la resistencia total de la carena a una velocidad determinada, 13 nudos y una resistencia total al avance ( $R_t$ ) 118608 N.

En la siguiente gráfica se representa la curva de resistencia al avance frente a la velocidad del buque. La flecha roja indica el punto de Resistencia al avance  $1.2 \cdot 10^5$  frente a la velocidad a 13 nudos.



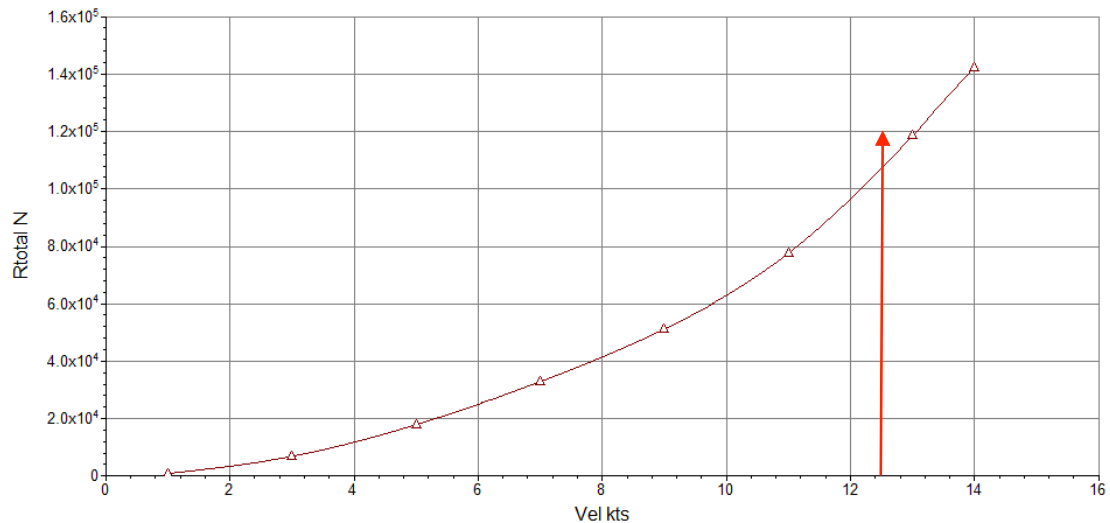


Figura 2.2 Curva de resistencia al avance frente a velocidad

### 3. ELECCIÓN DEL MOTOR PROPULSOR

Para seleccionar un propulsor, es importante fijar de antemano cual es la condición de servicio preferente. Así  $P_E$ , cuando se trata de grandes arrastreros que pescan en caladeros muy lejanos de la base, la condición prioritaria debe ser la navegación libre, ya que es importante tardar el menor tiempo posible en los viajes de ida y vuelta al caladero. Las potencias de remolque necesarias suelen ser más baja que las instaladas en el buque.

Cuando un buque está realizando la faena de arrastre, la carga del propulsor aumenta considerablemente y si este está proyectado para que desarrolle un buen rendimiento en navegación libre, el motor durante el arrastre se sobrecargará por par, aumentando las temperaturas de exhaustación.

Cuando la hélice está elegida para máximo rendimiento en navegación libre, existirá en arrastre una potencia desaprovechada que nunca se podrá utilizar. Cuando el comportamiento de un propulsor será de máximo rendimiento en arrastre, y la potencia que se desaprovecha es en navegación libre, de un 30 a 35% a las rpm nominales.

Lo más lógico, es elegir el propulsor para una solución de compromiso, procurando aprovechar el máximo de potencia en cada una de las condiciones.

El cálculo del propulsor se realizará a 13 nudos, que es la velocidad de servicio.

Para la elección definitiva del propulsor es necesario conocer el número de ejes, los tiempos del motor y si la hélice va directamente acoplada o no a una reductora.

En este caso los RPA del proyecto nos indican que llevaremos un motor diesel de cuatro tiempos acoplado a una hélice de paso controlable, por lo que llevamos una sola línea de ejes.

Seguimos utilizando el software NAVCAD 2009. Suponemos unos datos iniciales para la elección del motor.

Project data - Propulsor

Condition Hull Appendage Environment Misc **Propulsor**

**General**

Profile/description:

Number of propulsors:

Propulsor type:

Propeller series:

User Kt/Kq file:

Blades:

Exp. area ratio:

Diameter:  m

Pitch:  m P/D

Immersion:  m

**Propeller options**

Scale corr:

Kt multiplier: ☐ Std

Kq multiplier: ☐ Std

Blade t/c: ☐ Std

Roughness: ☐ Std  mm

Propeller cup:  mm

Pitch type:

Cav breakdown: ☒ Apply

Shaft angle corr: ☐ Apply  deg

Added angle of run:  deg

**Engine/gear data**

Engine file:

Rated RPM/power:  RPM /  kW

Gear efficiency:

Gear ratio:

Shaft efficiency:

Propulsion sizing

Done Help

Figura 3.1 Propulsor 1

En la Figura 3.2 supongo unas RPM del 100% y una carga del motor del 100% y una hélice limpia.

Para la elección de motor se han tenido en cuenta MCR y el margen de mar 15%, añadiendo esos márgenes a la predicción de potencia.

**Propulsion sizing**

**Analysis parameters**

Wake fraction: Calc Holtrop 1984

Thrust deduction: Calc Holtrop 1984

Rel-rotative eff: Calc Holtrop 1984

Cav criteria: Keller eqn

**Parameters to size**

Gear ratio: Keep 1

Exp area ratio: Size 0,609

Diameter: Keep 2,800 m

Pitch: Size 1,490 m

**Design condition**

Size for: Delivered thrust

Design speed: 13 kts

Reference load: 118608 N

Reference RPM: 100 RPM

Load design pt: 100 %

RPM design pt: 100 %

Max prop diam: 2,8 m

**Size**

**Report OK Cancel Help**

Figura 3.2 Propulsor 2

Los resultados obtenidos del programa se recogen en la siguiente tabla:

Prediction results							
Vel [kts]	Rtotal [N]	WakeFr	ThrDed	RelRot	EngRPM	PropRPM	Pitch [m]
1,00	785	0,2850	0,2059	1,0063	12,0	12,0	3,906
3,00	6788	0,2800	0,2059	1,0063	47,0	47,0	2,471
5,00	17855	0,2781	0,2059	1,0063	77,0	77,0	2,469
7,00	32785	0,2770	0,2059	1,0063	105,2	105,2	2,483
9,00	51196	0,2763	0,2059	1,0063	132,3	132,3	2,502
11,00	77534	0,2757	0,2059	1,0063	163,4	163,4	2,480
13,00	118608	0,2752	0,2059	1,0063	202,4	202,4	2,416
14,00	142349	0,2750	0,2059	1,0063	222,0	222,0	2,392
Vel [kts]	PropRn	J	Kt	Ka	PropEff	HullEff	OPC
1,00	8,13e+5	0,6585	0,3986	0,0835	0,5001	1,1107	0,5590
3,00	3,15e+6	0,5064	0,2209	0,0322	0,5520	1,1030	0,6127
5,00	5,16e+6	0,5164	0,2162	0,0315	0,5643	1,1001	0,6248
7,00	7,06e+6	0,5301	0,2127	0,0311	0,5763	1,0984	0,6370
9,00	8,88e+6	0,5429	0,2104	0,0310	0,5862	1,0973	0,6472
11,00	1,10e+7	0,5377	0,2088	0,0305	0,5862	1,0964	0,6467
13,00	1,36e+7	0,5131	0,2081	0,0295	0,5754	1,0957	0,6344
14,00	1,48e+7	0,5041	0,2077	0,0292	0,5713	1,0954	0,6298
Vel [kts]	Thr/prop [N]	DelThr [N]	PropTora [Nm]	PD/prop [kW]	PS/prop [kW]	PB/prop [kW]	PBtotal [kW]
1,00	1000	794	587	1	1	1	1
3,00	8554	6793	3497	17	17	17	17
5,00	22477	17850	9166	73	73	73	73
7,00	41273	32777	16919	185	185	185	185
9,00	64452	51184	26603	366	366	366	366
11,00	97609	77516	39899	678	678	678	678
13,00	149314	118577	59345	1250	1250	1250	1250
14,00	179200	142311	70460	1628	1628	1628	1628
Vel [kts]	Fuel/eng [lph]	Sigma	MinP/D	TipSpd [mps]	%Cav	Press [kPa]	MinEAR
1,00	0,0	1772,12	0,931	1,8	4,2	0,3	0,2029
3,00	0,0	194,15	0,706	6,9	1,9	2,3	0,2248
5,00	0,0	69,53	0,710	11,3	1,8	6,0	0,2653
7,00	0,0	35,37	0,719	15,4	1,8	11,0	0,3199
9,00	0,0	21,35	0,727	19,4	1,8	17,2	0,3872
11,00	0,0	14,27	0,722	23,9	2,3	26,0	0,4835
13,00	0,0	10,20	0,702	29,7	4,2	39,8	0,6337
14,00	0,0	8,79	0,694	32,5	5,8	47,8	0,7205

HydroComp NavCad 5.11.0099.NC31.S666

Figura 3.3 Resultados

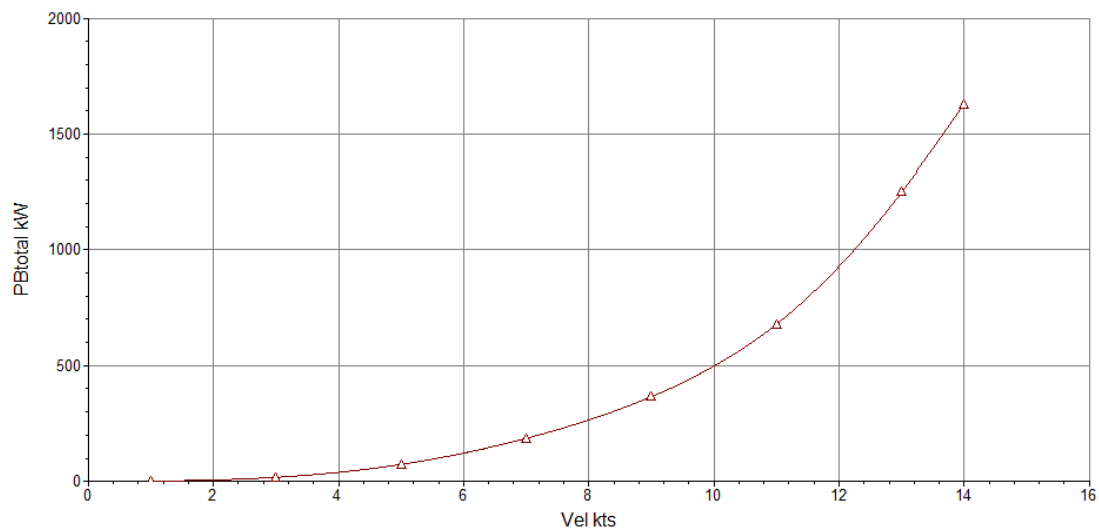


Figura 3.4 BHP-V

En la figura 3.4 se representa la gráfica obtenida como resultado de la potencia de freno BHP frente velocidad.

Tabla resumen:

VELOCIDAD	R total	PE (kW)	BHP (kW)
13 nudos	118608	798	1250

Tabla 3.1 Resumen Resultados

BHP con márgenes:

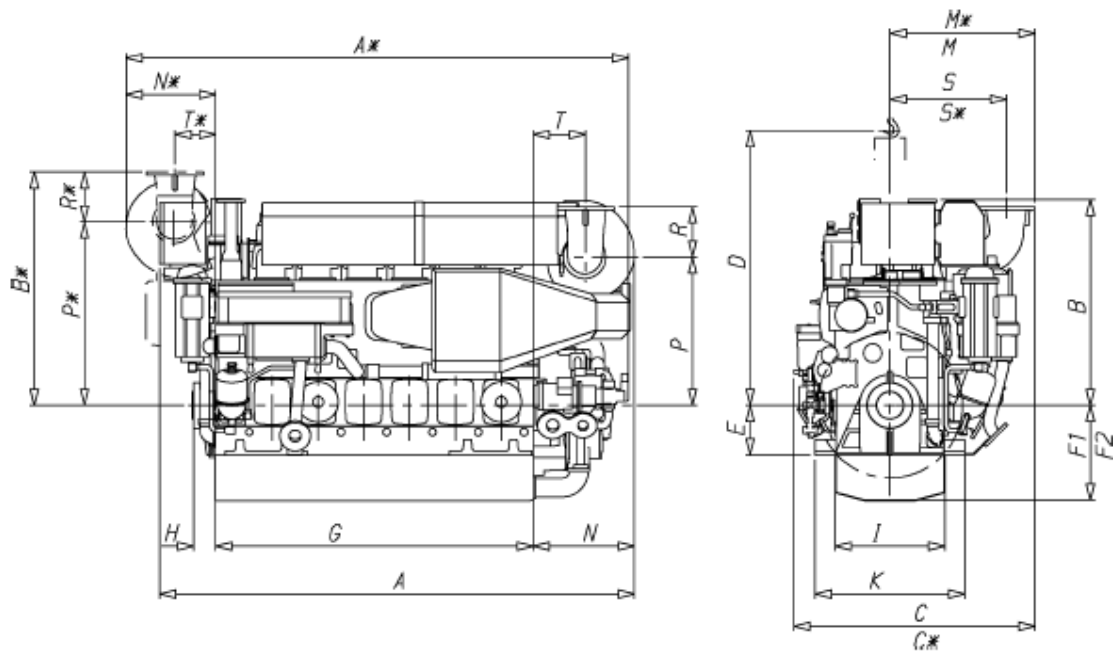
- Régimen de servicio 85%
- Margen de mar 15%

$$Potencia = \frac{1250}{0.85} = 1470.59 \text{ kW}$$

El motor elegido es un motor Wärtsilä 8L20DF:

Cylinder configuration	Main engines		Generating sets			
	1000 rpm		900 rpm / 60 Hz		1000 rpm / 50 Hz	
	kW	bhp	Engine [kW]	Generator [kVA]	Engine [kW]	Generator [kVA]
W 4L20	800	1080	740	880	800	950
W 6L20	1200	1630	1110	1320	1200	1420
W 8L20	1600	2170	1480	1760	1600	1900
W 9L20	1800	2440	1665	1980	1800	2140

Tabla 3.2 Datos motor



Engine	A*	A	B*	B	C*	C	D	E	F1	F2	H	H	I	K
W 4L20		2510		1348		1483	1800	325	725	725	1480	155	718	980
W 6L20	3292	3108	1528	1348	1580	1579	1800	325	624	824	2080	155	718	980
W 8L20	4011	3783	1614	1465	1756	1713	1800	325	624	824	2680	155	718	980
W 9L20	4299	4076	1614	1449	1756	1713	1800	325	624	824	2980	155	718	980

Figura 3.5 Medidas motor

#### 4. PREDIMENSIONAMIENTO DE LA HÉLICE

La incorporación de las hélices en tobera mejora el poder de arrastre, cuanto peores sean las condiciones meteorológicas durante el arrastre, debido a que proporcionan a igualdad de potencia, un empuje adicional. Por tanto, la decisión de que la hélice esté en tobera se debe al aumento de empuje y disminución de consumo que ésta proporciona, sobre todo a pequeñas velocidades, cuando las hélices funcionan muy cargadas.

Debido a las consideraciones anteriores se decide instalar una hélice Kaplan dentro de una tobera como la mejor alternativa para el propulsor. Se usará una hélice de paso controlable.

Vamos a realizar los cálculos mediante el software NAVCAD 2009; una vez ya elegido el motor continuamos con el redimensionamiento de la hélice con el motor escogido. Teniendo en cuenta los MCR, margen de mar y la hélice cargada además de las pérdidas en el eje y en el reductor. Buscando obtener la relación de reducción que de un mayor rendimiento, comparando las hélices de 4,5 y 6 palas.

La figura 4.2 se complementa con los datos del motor, una potencia de 1600 kW, unas rpm 1000, con una velocidad de 13 nudos de navegación libre, con los márgenes y en los parameters to size modificamos keep por size.

Para realizar el proyecto de la hélice, se fijará el diámetro del propulsor máximo, con la siguiente fórmula:


$$D_{m\acute{a}x} = 0.7 * T = 0.7 * 4 = 2.8 \text{ m}$$

## 4 PALAS:

Project data - Propulsor


Condition Hull Appendage Environment Misc **Propulsor**

**General**

Profile/description: 

Number of propulsors:

Propulsor type:

User Kt/Kq file: 

Blades:

Exp area ratio:

Diameter:  m

Pitch:  m

Immersion:  m

**Propeller options**

Scale corr:

Kt multiplier: ☐ Std

Kq multiplier: ☐ Std

Blade t/c: ☐ Std


Roughness: ☐ Std  mm

Propeller cup:  mm

Pitch type:

Cav breakdown: ☒ Apply

**Engine/gear data**

Engine file: 

Rated RPM/power:  /

Gear efficiency:

Gear ratio:

Shaft efficiency:

**Propulsion sizing**

Propulsion sizing

**Analysis parameters**

Wake fraction:

Thrust deduction:

Rel-rotative eff:

Cav criteria:

**Parameters to size**

Gear ratio:

Exp area ratio:

Diameter:   m

Pitch:   m

**Design condition**

Size for:

Design speed:  kts

Reference load:  kW

Reference RPM:  RPM

Load design pt:  %

RPM design pt:  %

Max prop diam:  m

**Size**

Gear ratio: 3,4439



Prediction results							
Vel [kts]	Rtotal [N]	WakeFr	ThrDed	RelRot	EngRPM	PropRPM	Pitch [m]
1,00	785	0,2850	0,2059	1,0078	58,2	16,9	2,319
3,00	6788	0,2800	0,2059	1,0078	176,5	51,2	2,242
5,00	17855	0,2781	0,2059	1,0078	289,7	84,1	2,234
7,00	32785	0,2770	0,2059	1,0078	396,4	115,1	2,241
9,00	51196	0,2763	0,2059	1,0078	499,2	145,0	2,251
11,00	77534	0,2757	0,2059	1,0078	616,7	179,1	2,232
13,00	118608	0,2752	0,2059	1,0078	762,8	221,5	2,179
14,00	142349	0,2750	0,2059	1,0078	836,0	242,7	2,160
Vel [kts]	PropRn	J	Kt	Kq	PropEff	HullEff	OPC
1,00	1,35e+6	0,4661	0,1986	0,0275	0,5349	1,1107	0,5808
3,00	4,10e+6	0,4647	0,1861	0,0250	0,5501	1,1030	0,5931
5,00	6,73e+6	0,4730	0,1813	0,0242	0,5632	1,1001	0,6056
7,00	9,22e+6	0,4847	0,1778	0,0238	0,5756	1,0984	0,6181
9,00	1,16e+7	0,4954	0,1751	0,0236	0,5859	1,0973	0,6285
11,00	1,43e+7	0,4905	0,1738	0,0231	0,5862	1,0964	0,6283
13,00	1,77e+7	0,4689	0,1737	0,0225	0,5755	1,0957	0,6164
14,00	1,94e+7	0,4610	0,1736	0,0223	0,5715	1,0954	0,6120
Vel [kts]	Thr/prop [N]	DelThr [N]	PropTorq [Nm]	PD/prop [kW]	PS/prop [kW]	PB/prop [kW]	PBtotal [kW]
1,00	995	790	386	1	1	1	1
3,00	8555	6794	3221	17	18	18	18
5,00	22476	17849	8412	74	76	79	79
7,00	41272	32776	15486	185	191	199	199
9,00	64450	51183	24282	366	377	393	393
11,00	97607	77514	36395	677	698	727	727
13,00	149310	118573	54215	1248	1286	1340	1340
14,00	179195	142307	64407	1625	1675	1745	1745

Figura 4.4 Resultados 4 Palas

## 5 PALAS:

**Project data - Propulsor**

Condition Hull Appendage Environment Misc **Propulsor**

**General**

Profile/description:

Number of propulsors:

Propulsor type:

User Kt/Kq file:

Blades:

Exp area ratio:

Diameter:  m

Pitch:  m

Immersion:  m

**Propeller options**

Scale corr:

Kt multiplier: ☐ Std

Kq multiplier: ☐ Std

Blade t/c: ☐ Std

Roughness: ☐ Std  mm

Propeller cup:  mm

Pitch type:

Cav breakdown: ☒ Apply

**Engine/gear data**

Engine file:

Rated RPM/power:  RPM /  kW

Gear efficiency:

Gear ratio:

Shaft efficiency:

**Propulsion sizing**

**Propulsion sizing**

**Analysis parameters**

Wake fraction:

Thrust deduction:

Rel-rotative eff:

Cav criteria:

**Parameters to size**

Gear ratio:

Exp area ratio:

Diameter:   m

Pitch:   m

**Design condition**

Size for:

Design speed:  kts

Reference load:  kW

Reference RPM:  RPM

Load design pt:  %

RPM design pt:  %

Max prop diam:  m

Prediction results							
Vel [kts]	Rtotal [N]	WakeFr	ThrDed	RelRot	EngRPM	PropRPM	Pitch [m]
1,00	785	0,2850	0,2059	1,0063	41,2	12,0	3,906
3,00	6788	0,2800	0,2059	1,0063	161,9	47,0	2,471
5,00	17855	0,2781	0,2059	1,0063	265,4	77,1	2,469
7,00	32785	0,2770	0,2059	1,0063	362,5	105,3	2,483
9,00	51196	0,2763	0,2059	1,0063	455,7	132,3	2,500
11,00	77534	0,2757	0,2059	1,0063	562,8	163,4	2,479
13,00	118608	0,2752	0,2059	1,0063	697,1	202,4	2,416
14,00	142349	0,2750	0,2059	1,0063	764,8	222,1	2,391
Vel [kts]	PropRn	J	Kt	Kq	PropEff	HullEff	OPC
1,00	8,14e+5	0,6585	0,3986	0,0835	0,5001	1,1107	0,5422
3,00	3,15e+6	0,5064	0,2209	0,0322	0,5520	1,1030	0,5943
5,00	5,16e+6	0,5164	0,2161	0,0315	0,5644	1,1001	0,6060
7,00	7,06e+6	0,5301	0,2127	0,0311	0,5763	1,0984	0,6179
9,00	8,89e+6	0,5427	0,2102	0,0310	0,5862	1,0973	0,6278
11,00	1,10e+7	0,5374	0,2086	0,0304	0,5862	1,0964	0,6273
13,00	1,36e+7	0,5131	0,2080	0,0295	0,5754	1,0957	0,6153
14,00	1,49e+7	0,5039	0,2075	0,0291	0,5713	1,0954	0,6109
Vel [kts]	Thr/prop [N]	DelThr [N]	PropTorq [Nm]	PD/prop [kW]	PS/prop [kW]	PB/prop [kW]	PBtotal [kW]
1,00	1000	794	587	1	1	1	1
3,00	8554	6793	3497	17	18	18	18
5,00	22477	17850	9165	73	76	79	79
7,00	41273	32777	16918	185	191	199	199
9,00	64452	51184	26591	366	377	393	393
11,00	97609	77516	39881	678	699	728	728
13,00	149314	118577	59341	1250	1289	1342	1342
14,00	179200	142311	70428	1628	1678	1748	1748


Figura 4.5 Resultados 5 Palas

## 6 PALAS:

**Project data - Propulsor**


Condition Hull Appendage Environment Misc **Propulsor**

**General**

Profile/description: 

Number of propulsors:

Propulsor type:

User Kt/Kq file: 

Blades:

Exp area ratio:

Diameter:  m

Pitch:  m

Immersion:  m

**Propeller options**

Scale corr:

Kt multiplier: ☐ Std

Kq multiplier: ☐ Std

Blade t/c: ☐ Std


Roughness: ☐ Std  mm

Propeller cup:  mm

Pitch type:

Cav breakdown: ☒ Apply

**Engine/gear data**

Engine file: 

Rated RPM/power:  RPM /  kW

Gear efficiency:

Gear ratio:

Shaft efficiency:

**Propulsion sizing**

**Propulsion sizing**

**Analysis parameters**

Wake fraction:

Thrust deduction:

Rel-rotative eff:

Cav criteria:

**Parameters to size**

Gear ratio:

Exp area ratio:

Diameter:   m

Pitch:   m

**Design condition**

Size for:

Design speed:  kts

Reference load:  kW

Reference RPM:  RPM

Load design pt:  %

RPM design pt:  %

Max prop diam:  m

**Size**

Prediction results							
Vel [kts]	Rtotal [N]	WakeFr	ThrDed	RelRot	EngRPM	PropRPM	Pitch [m]
1,00	785	0,2850	0,2059	1,0051	50,0	14,5	2,758
3,00	6788	0,2800	0,2059	1,0051	148,5	43,1	2,747
5,00	17855	0,2781	0,2059	1,0051	242,8	70,5	2,753
7,00	32785	0,2770	0,2059	1,0051	331,1	96,1	2,775
9,00	51196	0,2763	0,2059	1,0051	415,8	120,7	2,797
11,00	77534	0,2757	0,2059	1,0051	513,0	149,0	2,778
13,00	118608	0,2752	0,2059	1,0051	635,0	184,4	2,712
14,00	142349	0,2750	0,2059	1,0051	696,0	202,1	2,686
Vel [kts]	PropRn	J	Kt	Kq	PropEff	HullEff	OPC
1,00	8,40e+5	0,5427	0,2688	0,0429	0,5416	1,1107	0,5866
3,00	2,50e+6	0,5521	0,2625	0,0418	0,5516	1,1030	0,5932
5,00	4,08e+6	0,5644	0,2582	0,0412	0,5634	1,1001	0,6043
7,00	5,58e+6	0,5803	0,2550	0,0410	0,5750	1,0984	0,6158
9,00	7,01e+6	0,5947	0,2524	0,0409	0,5847	1,0973	0,6255
11,00	8,65e+6	0,5896	0,2511	0,0403	0,5844	1,0964	0,6247
13,00	1,07e+7	0,5634	0,2508	0,0392	0,5732	1,0957	0,6123
14,00	1,17e+7	0,5536	0,2505	0,0388	0,5690	1,0954	0,6077
Vel [kts]	Thr/prop [N]	DelThr [N]	PropTorq [Nm]	PD/prop [kW]	PS/prop [kW]	PB/prop [kW]	PBtotal [kW]
1,00	993	789	443	1	1	1	1
3,00	8553	6793	3815	17	18	18	18
5,00	22477	17850	10033	74	76	79	79
7,00	41274	32777	18563	186	192	200	200
9,00	64452	51184	29215	368	379	395	395
11,00	97611	77517	43888	681	702	731	731
13,00	149316	118579	65397	1256	1295	1349	1349
14,00	179204	142313	77694	1636	1687	1757	1757

Tabla

## 4.3 Resultados 6 Palas

Nº DE PALAS	RENDIMIENTO
4	0.5755
5	0.5754
6	0.5732

Tabla 4.4 Tabla resumen

La hélice elegida tendrá 4 palas con un rendimiento de 0.5755, y que permite disminuir las revoluciones por minuto del propulsor. Con una relación de reducción de 3.4439, por tanto, la reductora elegida será de la marca RENK modelo RSHL.

Single-engine marine gear units (Augsburg, Rheine)				
Type	Transmitted ratio per step	Power value P/n <sub>1</sub>	Number of size ranges	Design
RSH	2-8.5	0.6-110	17	Horizontally shaft offset as well as individual arrangement
RSHL	2-8.5	0.6-110	17	Horizontally shaft offset (as well as individual arrangement) with multiple-disc clutch
RSV	2-8.5	0.6-110	17	Vertically shaft offset as well as individual arrangement
RSVL	2-8.5	0.6-110	17	Vertically shaft offset (as well as individual arrangement) with multiple-disc clutch
ASL <sup>1)</sup>	1.6-7.1	1.6-20		Individual arrangement
AUSL <sup>1)</sup>	1.6-7.1	1.6-20		Individual arrangement

1) available also with fluid couplings

Figura 4.7 Reductora

## 5. CÁLCULO DEL TIMÓN

Para el cálculo de timón hemos optado por un timón compensado, ya que suele ser el tipo de timón más usado en este tipo de buque.

El timón compensado divide a la superficie de la pala en dos partes desiguales, así tiene menor área y extensión la parte de proa. El motivo de su elección es que debido a su forma hidrodinámica es muy eficaz ya para moverlo se necesita menos potencia que para uno de la misma área sin compensar.

El timón va situado detrás de la hélice del buque. Su altura debe cubrir el diámetro de la hélice. Dado que la hélice mide 2.8 de diámetro máximo, se proyecta un timón cuya altura  $h$  es de 2.8m.

Dado que se proyecta para un pesquero de arrastre por popa, se entiende que va existir una mayor necesidad de maniobra que para otro tipo de buque. Por tanto, el área de la deriva que la mayor parte de los demás buques.

Adjunto Anexo I del plano del codaste.

Para el cálculo de los huelgos tomo como diámetro máximo 3 m y número de palas 4 calculado anteriormente.

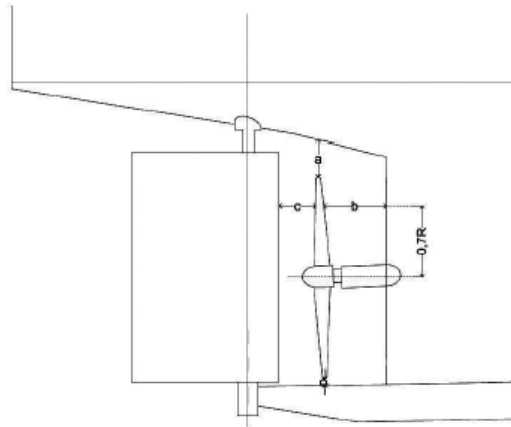


Figura 4. Claras del codaste

$$a = (0.24 - 0.01 * z) * \phi = 0.56 \text{ m}$$

$$b = (0.35 - 0.02 * z) * \phi = 0.76 \text{ m}$$

$$c = 0.1 * \phi = 0.28 \text{ m}$$

$$d = 0.035 * \phi = 0.098 \text{ m}$$

$$0.7 * R = 1.05 \text{ m}$$

Estos son los valores mínimos que se deben cumplir.

DNV	CLARAS PLANOS	CLARAS REQUERIDAS
a	0.859	0.56
b	1.185	0.76
c	0.729	0.28
d	0.355	0.098

Tabla 4.1 Claras del codaste

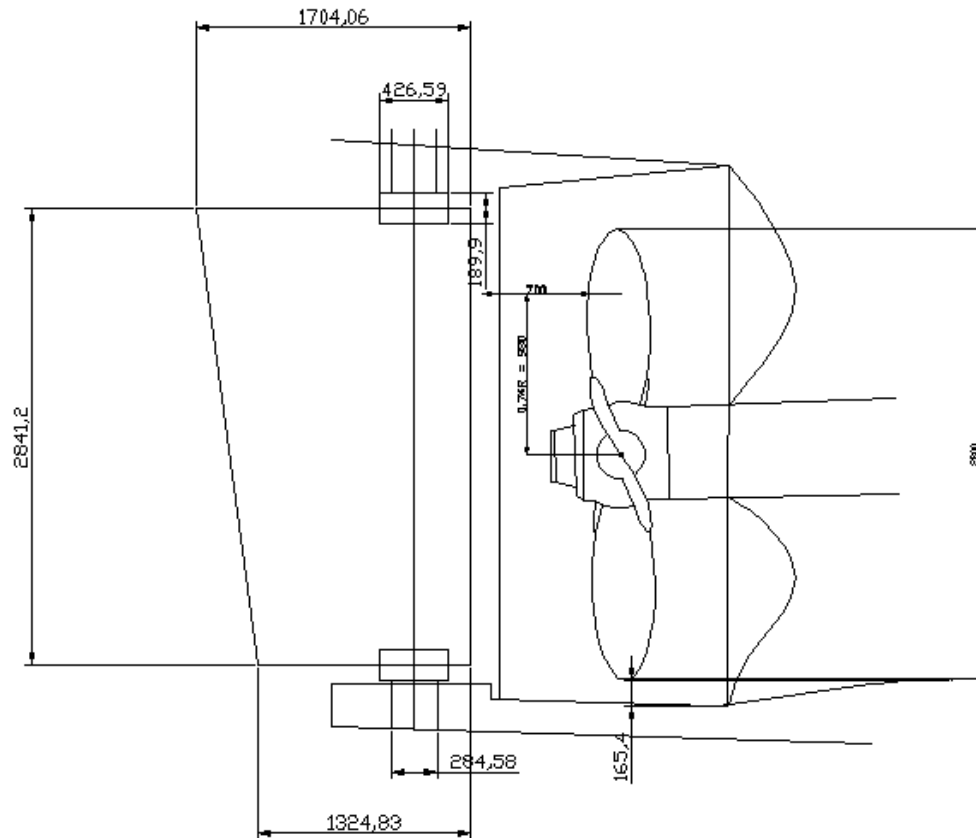


Figura 5.1 Plano del Codaste

Según el Reglamento, DNV el área mínima del timón debe verificar:

$$A = x * L_{pp} * T$$

$$A = 0.025 * 42 * 4 = 4.2 \text{ m}$$

Valiendo x desde 0.025 para remolcadores y arrastreros.

Conociendo el área y la altura del timón, falta por obtener la longitud del mismo, para ello se tiene en cuenta que se adopta la forma de un timón trapezoidal, con lo que la longitud media del timón es:

$$l_{media} = \frac{A_t}{h} = \frac{4.2}{2.8} = 1.5$$

$$L_1 = 1.2 \text{ m}$$

$$L_2 = 1.8 \text{ m}$$



Una vez conocidas las dimensiones del timón, calcularemos el centro de presión, la fuerza y el par necesario.

### 5.1 Centro de presión

Cuando la pala del timón coincide con el plano diametral, se dice que el timón va a la vía, pero en el caso de existir un movimiento de guiñada el timón irá a la banda. En este caso se llama el ángulo de metida a aquel que forma la plana con el plano diametral, se tiene que el máximo momento de evolución se obtiene para  $\alpha = 35^\circ$ .

Para el cálculo de centro de presión utilizaremos la siguiente fórmula:

$$D = (0.2 + 0.3 * \text{sen}35) * L_{media} = (0.2 + 0.3 * \text{sen}35) * 1.5 = 0.458 \text{ m}$$

Con esta distancia podemos calcular la distancia al borde de la pala tanto en sentido avante como cuando mediante las expresiones:

$$\text{Avante: } X_a = D - \text{distancia a proa de la mecha} = 0.458 - 0.353 = 0.105$$

$$\text{Cuando: } X_c = \text{distancia a popa de la mecha} - D = 1.169 - 0.458 = 0.716$$

### 5.2 Fuerza del timón

Para calcular esta fuerza utilizamos la expresión:

$$F = \frac{41.35 * A_t * v^2 * \text{sen } \alpha}{0.2 + 0.3 * \text{sen } \alpha}$$

Calculamos la fuerza del timón para avante y ciando:

$$V_{avante} = 13 * 0.5144 = 6.6872 \frac{m}{s} \rightarrow F_{avante} = 13795.8 \text{ Kg}$$

$$V_{ciando} = \frac{2}{3} * V_{avante} = 4.4581 \frac{m}{s} \rightarrow F_{ciando} = 6131.5 \text{ Kg}$$

### 5.3 Cálculo del par

Para decidir las características del servomotor, debemos exigirle que cumpla con la Norma de la Organización Marítima Internacional (IMO). Que obliga a que el timón pueda pasar de 30° a una banda a 35 ° a la banda contraria en 28 segundos.

Como se sabe para llevar el timón a la banda, hay que vencer la resistencia que opone la pala al efectuar éste movimiento. Al momento de ésta fuerza P con relación al eje de giro (mecha del timón) se llama par torsor.

Se calcula el par torsor para avante y ciando y se escoge aquel que resulte mayor, ya que a partir de éste se calcula el del servomotor que se va instalar.

$$Par \text{ Avante} = F_{avante} * X_a = 13795.8 * 0.29 = 4000.78 \text{ kg} * m$$

$$Par \text{ Ciando} = F_{ciando} * X_c = 6131.5 * 0.526 = 3225.2 \text{ kg} * m$$

Para obtener el par del servomotor se estima con la siguiente expresión:

$$Par \text{ servomotor} = 1.3 * Par \text{ avante} = 5201.01 \text{ kg} * m$$

Potencia del servomotor:

$$v_{angular} = \frac{(35 + 30) * \frac{\pi}{180}}{28} = 0.041 \text{ rad/s}$$

$$Potencia = 1.05 * Par * v_{angular} * 9.8 = 1.05 * 5201.01 * 0.041 * 9.8 = 2194.25 \text{ W}$$

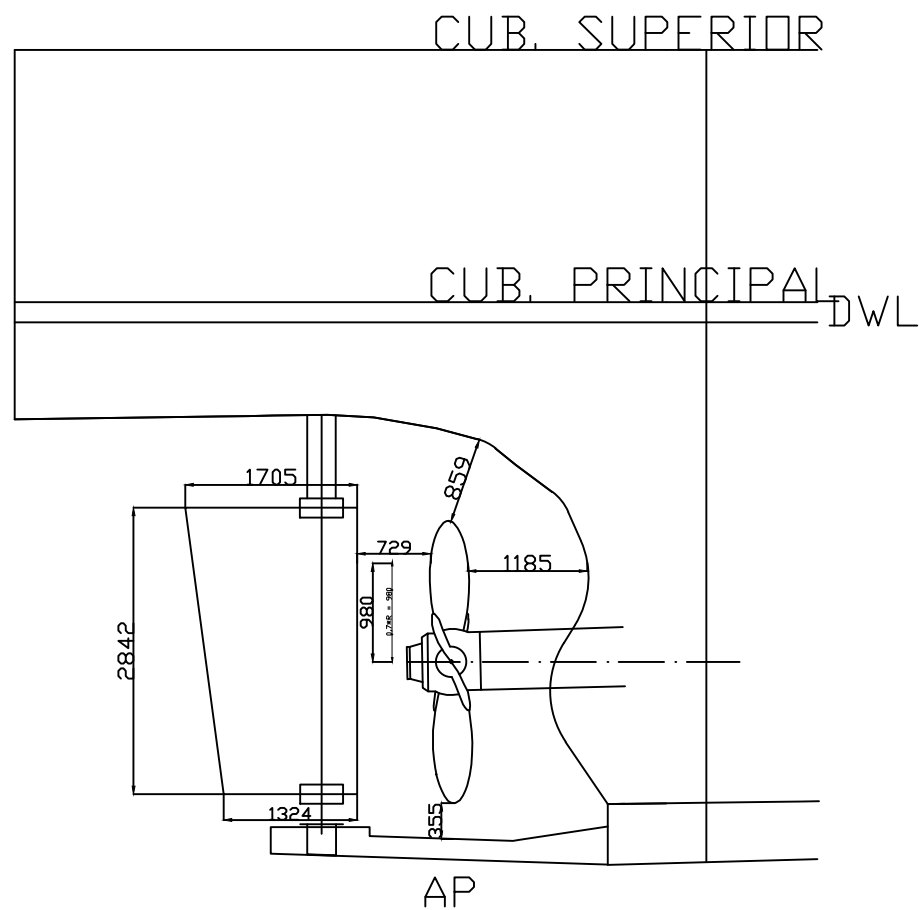
## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Software Maxsurf Stability Enterprise 20.
2. Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas, Julio 2007.
3. Buque base, Revista Ingeniería Naval, Enero 2005.
4. Software NAVCAD 2009.

## 7. ANEXO I

# ANEXO I

## Plano del Codaste



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E. P. S.

GRADO ARQUITECTURA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

NÚMERO: 14 - 104

TÍTULO DEL PROYECTO:

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m<sup>3</sup>

TÍTULO DEL PLANO:

CODASTE

FECHA: SEPTIEMBRE-2014

ESCALA: 1:75

AUTOR:

MARTA FREITAS SANJUÁN

FIRMA:

PLANO Nº: 05

---

# CUADERNO 7

---

## DISPOSICIÓN GENERAL

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE  
600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	2
2. Disposición por cubiertas .....	3
2.1 Espacios bajo la cubierta principal .....	3
2.2 Espacio en la cubierta principal.....	5
2.3 Espacios en la cubierta superior .....	6
2.4 Espacios en la cubierta castillo .....	7
3. Habilitación .....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno, realizaremos la disposición general del buque proyecto partiendo de la idea de que es un buque de acero diseñado para la pesca de arrastre por popa.

Se definirá la disposición general del buque, indicando las posiciones de todos los espacios. Aquellos que no están destinados a su utilización como tanques de consumos o espacios de carga.

De forma general podemos decir que el buque consta de un espacio principal de almacenamiento de la pesca, una bodega de volumen de 506 m<sup>3</sup>, y otro espacio secundario de 124,8 m<sup>3</sup>. Se dispone sobre un parque de pesca con 2 líneas de procesado de pescado diferentes.

La definición de los espacios se han realizados según el Convenio de Torremolinos, en que se detallan todos los requisitos necesarios. El buque cumple con todo lo referente a los espacios mínimos necesarios en la habilitación y con todos los requerimientos que exige la normativa.

Para los consumos se han dispuesto de los tanques suficientes de combustibles, aceite y agua en función del consumo del motor y del resto de elementos y en función de la autonomía del buque.

Para un buen desempeño de las faenas en el mar se dispondrán en el buque los equipos necesarios para la localización y rastreo de bancos de pesca además de un equipo para el rastreo de los fondos además de los equipos auxiliares.

## 2. DISPOSICIÓN POR CUBIERTAS

El buque proyecto se divide principalmente en tres cubiertas. Cubierta principal a 4.6 m de la línea base y cubierta superior a 6.9 m de la LB, ambas extendiéndose a toda la eslora del buque. Sobre ellas está la cubierta castillo a 9.2 m de la LB y la eslora va desde 20.4 m de la perpendicular de popa hasta la proa. El entrepuente se sitúa sobre la cubierta castillo a 11.5 m.

### 2.1 Espacios bajo la cubierta principal

Por debajo de la cubierta principal del buque los espacios que encontramos son:

#### Tanque DO 1:

Son dos tanques simétricos situados a babor y a estribor, longitudinalmente se extiende desde el forro de popa hasta 4.2 m de la perpendicular de popa.

#### Tanques de lastre 2:

Está situado en el pique de popa desde la perpendicular de popa hasta 4.2 m, hasta una altura de 3,4 m.

#### Cámara de Máquinas:

Está limitada tanto por popa como por proa por los mamparos estancos. Tiene una eslora de 10.8 m. Se extiende longitudinalmente a 4.2 m a 15 m de la perpendicular de popa. Verticalmente va desde el doble fondo hasta la cubierta principal. Y transversalmente se extiende de banda a banda. En ella se encuentran los siguientes tanques:

Dos plataforma simétricas de altura 3 m esta dividida en 3 tanques de combustible DO, los tanques de uso diario, tanques de sedimentación y DO 5.

El doble fondo en la CM se extiende hasta una altura de 0.7 m, en él se encuentran situados los tanques simétricos de popa a proa agua dulce , cofferdam, lodos, aceite y aguas residuales.

La sala cuenta con medios para su evacuación, las escaleras simétricas en cada costado que comunican con el local de guardacalor, que va situado en la banda de babor en la cubierta de francobordo. Y dos escaleras de emergencia, una a cada costado que dan al exterior.

#### Bodegas de carga:

Cumpliendo los RPA del proyecto, la capacidad de bodega principal de carga de 506 m<sup>2</sup>. Está limitado en popa por el mamparo estanco de la Cámara de Maquinas a 15 m y en proa por un mamparo situado de la perpendicular de popa a 33 m. Transversalmente se extiende de banda a banda. En la parte superior tiene una escotilla que sirve para carga y descarga de la pesca.

#### Tanques DO 2:

Situados bajo la bodega de carga, se extienden desde el forro hasta 1.1 m y de banda a banda. Longitudinalmente se extienden desde 15 m hasta 24 m.

#### Tanques DO 3:

Situados bajo la bodega de carga y se extienden desde el forro hasta 1.1 m y de banda a banda. Longitudinalmente se extienden desde 24 m hasta 33 m.

#### Tanques DO 4:

Situados a proa de la bodega y desde el fondo hasta la cubierta superior. Longitudinalmente se extienden desde 33 m hasta 37.2 m de la perpendicular de popa.

#### Propulsor de proa:

Se sitúa a continuación del tanque DO 4, separado por un mamparo estanco a 37.2 m hasta 39 m de la perpendicular de popa. Se extiende de banda a banda y verticalmente desde el fondo hasta la cubierta superior.

#### Pique de proa:

Está reservado para lastre en caso necesario. Longitudinalmente se extiende desde la zona más a proa del buque y está limitada por el mamparo de colisión y el forro exterior. Verticalmente desde el forro del fondo hasta la cubierta superior y transversalmente de banda a banda. En su interior se encuentra la caja de cadenas,

longitudinalmente se extiende desde el mamparo de colisión hasta 1.1 m por delante del mismo, verticalmente desde 3.8 hasta la cubierta superior y de banda a banda transversalmente.

## **2.2 Espacio en la cubierta principal**

En la cubierta principal o cubierta de francobordo del buque se encuentran los espacios:

### Pique de popa:

Está formado por dos tanques de lastre a babor y estribor que van desde el forro de popa hasta 1.2 m, Se extiende desde el forro del costado hasta 2 m de crujía.

### Rampa de popa:

La inclinación de esta rampa es suficiente para ayudar a las maniobras de largado y recogida de la red. Está centrada sobre crujía con una manga de 4 m.

### Local del servomotor:

Está situado por debajo de la rampa de popa, centrada en crujía. Se colocará el servomotor para la maniobrabilidad del timón. Longitudinalmente se extiende desde la popa hasta 1.2 m de la perpendicular de popa y 4 m de manga.

### Tanque de recepción:

Pantano o tanque de recepción de pesca, este local permite trasvasar las capturas desde la cubierta de trabajo a la zona del entrepuente, para ello, dispone de una escotilla en la parte superior por donde se vacía el copo de la red.

### Parque de pesca:

El parque está equipado con dos túneles independientes de procesado de 20 T, donde se congelará y será llevado a la bodega de carga. En el parque de pesca se alojan todos los equipos y elementos necesarios para la elaboración, tratamiento y congelación del pescado.

Se extiende longitudinalmente entre 4.6 m y 26.4 m de la perpendicular de popa, transversalmente de banda a banda. El parque dispone de cuatro escaleras, dos bajarán a la Cámara de Máquinas y dos subirán a la cubierta superior. Con dos accesos uno al taller y otro a un pañol.

#### Entrepunte

A continuación del parque de pesca se encuentra la segunda bodega de pescado con una capacidad de 124,8 m<sup>3</sup> de capacidad. Se extiende longitudinalmente a 26.4 m hasta 33 m de la perpendicular de popa, transversalmente de banda a banda.

### **2.3 Espacios en la cubierta superior**

Los espacios que encontramos en la cubierta superior o cubierta de trabajo son los siguientes:

#### Zona de arrastre del buque:

En esta zona encontramos la rampa de popa que se extiende hasta la perpendicular de popa. A continuación encontramos la escotilla del tanque de recepción de pesca. A ambos costados, a 9 m de la perpendicular de popa están los carreteles de cable de arrastre. La zona central se extiende desde la perpendicular de popa hasta 38.4 m. Más a proa están las maquinillas de malletas.

#### Guardacalor:

Se extiende longitudinalmente con respecto a la perpendicular de popa entre 1.6 m y 3 m, transversalmente desde el forro a 1.3 m.

#### Costado de estribor:

Se extiende longitudinalmente desde 12.6 m hasta 38.4 m de la perpendicular de popa. Nos encontramos el local de CO<sub>2</sub> de eslora 4.6 m y de manga 2.85 m, seguidamente unas escaleras que dan a las cubiertas castillo y principal. A partir de aquí se sitúan diferentes locales con una misma manga 2 m, el vestuario de eslora 4.8 m, la enfermería de eslora 4.2 m y dos camarotes dobles de la misma eslora 3.6 m, discurriendo paralelamente a estos locales un pasillo. Unas escaleras y por último se encuentra una lavandería de eslora 4.8 m.

#### Costado de babor:

Se extiende longitudinalmente desde 12.6 m hasta 38.4 m de la perpendicular de popa. De popa a proa lo primero que nos encontramos las escaleras que comunican la cubierta superior con la castillo y con la principal. Un pañol almacén de redes de 5.4 m de eslora y de manga 2.8 m, seguido de este nos encontramos un pañol 3 m de eslora. El siguiente local es el del generador de emergencia de eslora 4.2 m, igual que el local de maquinaria hidráulica y por último, encontramos un pañol de 6 m de eslora.

### **2.4 Espacios en la cubierta castillo**

En esta zona los elementos que nos encontramos son los tambores de red, a estribor la grúa fue se utilizará para maniobras de carga o descarga de la bodega y a babor el carretel de la sonda de red, así como algunos elementos de amarre y fondeo necesarios del buque. A continuación, se extiende la habitación de los tripulantes.

## **3. HABILITACIÓN**

El total de tripulantes que lleva a bordo el buque será de 19 tripulantes. Se alojarán en camarotes individuales o dobles, que variaran en tamaño y en servicios en función del rango que tengan en el buque. Se dividen en:

#### Habitación en la cubierta superior:

El espacio de habitación está compuesto por 2 camarotes dobles con un baño cada uno.

#### Habitación sobre la cubierta castillo:

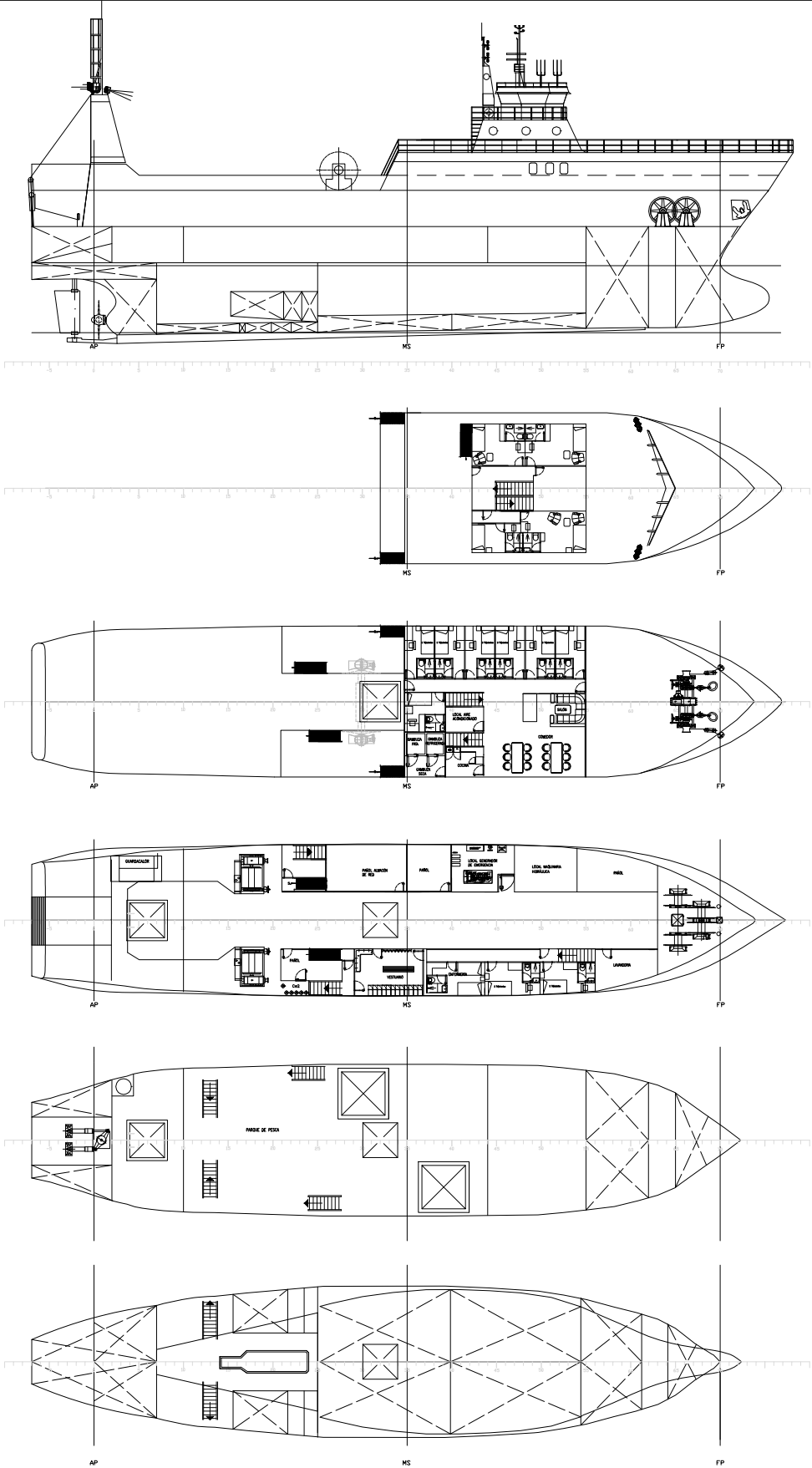
El espacio de habitación está compuesto por 5 camarotes dobles y 2 individual cada uno con un baño. Se extiende longitudinalmente desde los 20.4 m hasta 33 m.

#### Habitación de oficiales:


El espacio de habitación está situado en el entrepuente de habitación, bajo el puente de gobierno. Donde se alojará el capitán, jefe de máquinas y 2 oficiales, cada uno en camarotes individuales con baño propio.

# ANEXO I

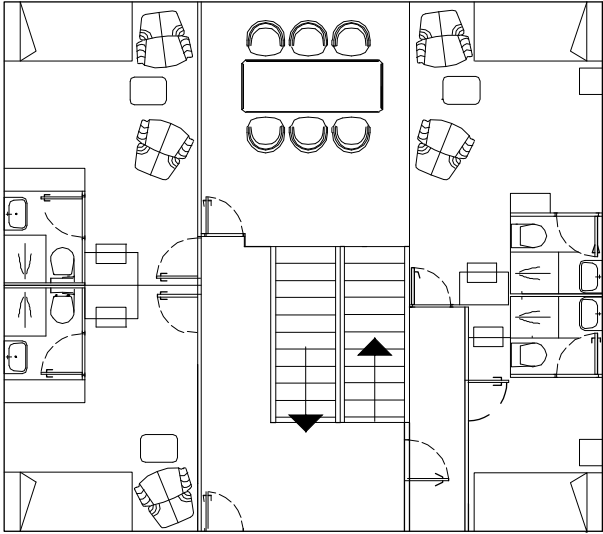
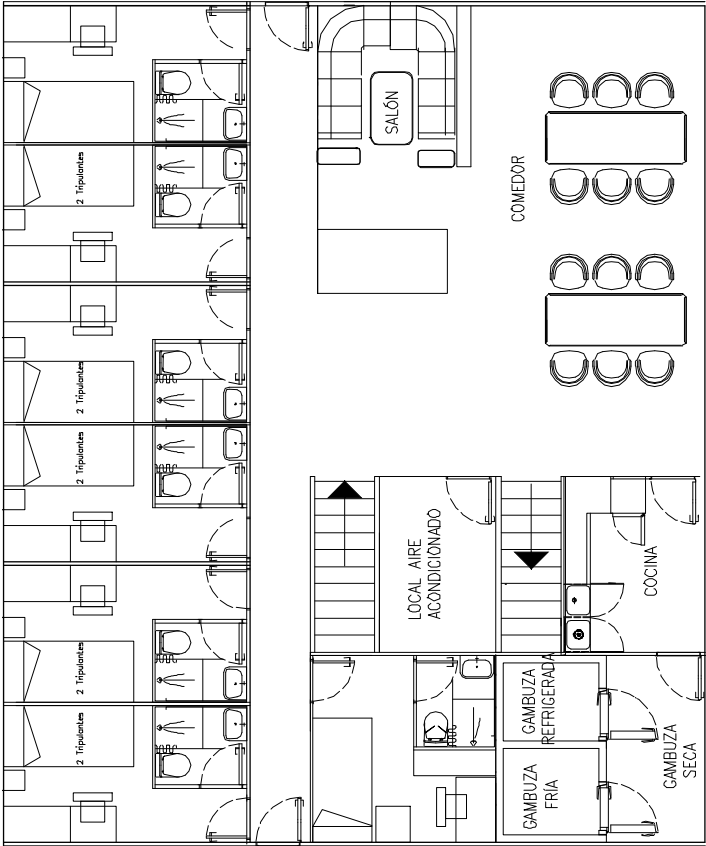
## PLANO DISPOSICIÓN GENERAL




CARACTERÍSTICAS GENERALES
ESLORA TOTAL = 55m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES = 42,00m
MANGA DE TRAZADO = 10,3m
CALADO DE TRAZADO = 4m
PUNTAL CUB. PRINCIPAL = 4,6m
PUNTAL CUB. SUPERIOR = 5,9m

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. P. S. GRADO ARQUITECTURA NAVAL	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 14 - 104
TÍTULO DEL PROYECTO: ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m3			
TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICIÓN GENERAL			FECHA: SEPTIEMBRE-2014
AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN			ESCALA: 1:200
FIRMA:			PLANO Nº: 06





CARACTERÍSTICAS GENERALES	
ESLORA TOTAL	= 51m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	= 42,00m
MANGA DE TRAZADO	= 10,3m
CALADO DE TRAZADO	= 4m
PUNTAL CUB. PRINCIPAL	= 4,6m
PUNTAL CUB. SUPERIOR	= 6,9m

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E. P. S. GRADO ARQUITECTURA NAVAL		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 14 - 104	
	TÍTULO DEL PROYECTO: ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m3		FECHA: SEPTIEMBRE-2014	
TÍTULO DEL PLANO: HABILITACIÓN		AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN		ESCALA: 1:100
		FIRMA:		PLANO N°: 07

---

# CUADERNO 8

---

## CUADERNA MAESTRA

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE  
600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	3
1. Definiciones generales.....	4
1.1 Calado de escantillonado .....	4
1.2 Eslora de escantillonado.....	4
1.3 Manga.....	4
1.4 Puntal de trazado.....	4
1.5 Coeficiente de Bloque de escantillonado.....	4
1.6 Separación entre cuadernas.....	5
1.7 Factor del material .....	5
2. Cálculo de presiones de diseño .....	5
2.1 Presiones y características del fondo .....	6
2.1.1 Chapa de quilla .....	8
2.1.2 Chapa de fondo .....	9
2.1.3 Chapa del doble fondo .....	10
2.1.4 Vagras .....	11
2.1.5 Varengas .....	11
2.2 Presiones y características del costado .....	12
2.2.1 Chapa de costado por debajo de la cubierta principal .....	12
2.2.1 Chapa de costado por debajo de la cubierta superior.....	13
2.3 Presiones y características de las cubiertas.....	13
2.3.1 Chapa de la cubierta principal (francobordo) .....	15
2.3.2 Chapa de la cubierta superior (resistente) .....	15
3. Escantillonado de los elementos estructurales del casco.....	16
3.1 Escantillonado del fondo.....	16
3.1.1 Chapa de quilla .....	16
3.1.2 Chapa de fondo .....	17

3.1.3 Chapa de doble fondo .....	17
3.1.4 Vagras .....	18
3.1.5 Varengas .....	19
3.2 Escantillonado del costado .....	19
3.2.1 Chapa de costado por debajo de la cubierta principal .....	19
3.2.2 Chapa de costado por debajo de la cubierta superior.....	20
3.2.3 Cuadernas por debajo de la cubierta principal.....	21
3.2.3 Cuadernas por debajo de la cubierta superior .....	21
3.3 Escantillonado de las cubiertas .....	22
3.3.1 Chapa de cubierta principal (francobordo) .....	22
3.3.2 Chapa de cubierta superior (resistente) .....	22
3.3.3 Esloras de la cubierta principal .....	23
3.3.4 Esloras de la cubierta superior .....	23
3.3.5 Baos de la cubierta principal .....	24
3.3.6 Baos de la cubierta superior.....	24
4. Resumen escantillonado.....	25
5. Cálculo del módulo de la maestra.....	25
5.1 Módulo mínimo de la maestra .....	25
5.2 Módulo resistente .....	27
6. ANEXOS I .....	31

## 1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se abordará el cálculo de los elementos estructurales del buque correspondientes a la cuaderna maestra, calculando los espesores y reforzado de la cubierta superior, cubierta principal y doble fondo.

La Sociedad de Clasificación que se va a emplear para ello, es la del *Det Norske Veritas* y seguiremos las *Rules for Classification of ships*, January 2009. Para los cálculos estructurales, vamos a utilizar la Part 3, Chapter 2 Hull Structural design ships with length less than 100 m.

La estructura de un buque es la que tiene que soportar todas las cargas a que está sometido el buque durante su vida y la que proporcionará la resistencia y rigidez necesarias.

El procedimiento seguido es:

En primer lugar se definen una serie de parámetros previos necesarios para el cálculo de la estructura, fundamentalmente las dimensiones de escantillado del buque y los parámetros del acero a utilizar siguiendo las indicaciones del reglamento.

En segundo lugar se procede al cálculo de las presiones de diseño que cada elemento está sometido. En función de dichas presiones se determinará los escantillones necesarios en cada caso para poder soportar los esfuerzos a los que va a estar sometido el buque con la garantía suficiente.

Una vez escantillados todos los elementos estructurales procederemos a calcular el módulo resistente a la flexión de la cuaderna maestra para la cubierta resistente y para el fondo, obteniendo así el valor de  $Z_{ofrecido}$ .

A continuación, calcularemos el módulo mínimo requerido por la Sociedad de Clasificación, DNV, comprobando así que el módulo ofrecido de nuestro buque proyecto es mayor que el mínimo requerido por la norma.

## 1. DEFINICIONES GENERALES

Definiremos una serie de parámetros previos necesarios para el cálculo de la estructura, siguiendo la Sociedad de Clasificación *Part 3, Chapter 2, Section 1.B*.

### 1.1 Calado de escantillonado

Es la distancia en metros medida verticalmente en la sección transversal media desde la línea base a la flotación máxima de verano, 4.6 m.

### 1.2 Eslora de escantillonado

Es la distancia en metros, medida sobre la flotación de verano desde la roda al centro de la mecha del timón. En todo caso L distancia no deberá ser menor 96% de la eslora total para el calado de escantillonado y no necesita ser mayor del 97 % de la eslora total en la flotación de verano.

$$L = \max * \{0.96 * L_{wl}; (\min * 0.97 * L_{wl}; L_{pp})\}$$

$$L_1 = \min * (42,27; 42) = 42 \text{ m}$$

$$L_2 = \max (41,8; 42) = 41.13 \text{ m}$$

### 1.3 Manga

Es la mayor manga medida en metros. **B = 10.3 m.**

### 1.4 Puntal de trazado

Es la distancia en metros medida verticalmente en la sección transversal media desde la línea base hasta la cubierta continua más alta al costado (cubierta superior). **D<sub>cs</sub> = 6.9 m**

### 1.5 Coeficiente de Bloque de escantillonado

Es el correspondiente al calado, manga eslora y desplazamiento más elevado.

$$Cb = \frac{\Delta}{1.025 * L * B * T} = \frac{1373}{1,025 * 45,67 * 10,283 * 4,6} = 0.62$$

## 1.6 Separación entre cuadernas

La separación entre cuadernas ya se calculo en el Cuaderno 4, Cálculos de la Arquitectura Naval, que se mantiene constante a lo largo de la eslora.

$$S_b = 600 \text{ mm}$$

## 1.7 Factor del material

Según la tabla 2.1.1 de la *Part 3, Chapter 2, Section 1*, para aceros con una tensión mínima de la fluencia de 235 N/mm<sup>2</sup>, el coeficiente  $K_L = 1.0$ .

La estructura del reforzado tanto en las cubiertas como en el doble fondo es transversal. Escogemos este tipo de reforzado dado que es el reforzado utilizado en todos los buques pesqueros de este tipo.

## 2. CÁLCULO DE PRESIONES DE DISEÑO

Las cargas locales corresponden a presiones y fuerzas que actúan directamente sobre cada uno de los elementos de la estructura, planchas, refuerzos primarios y refuerzos secundarios. Dichas fuerzas pueden deberse al efecto del mar, o bien a las aceleraciones provocadas en cargas internas dentro del casco.

Las cargas de aguas tranquilas, como su propio nombre indica, son aquellas que actúan sobre el buque en una situación de aguas calmadas estando éste en reposo. Están constituidas por las presiones hidrostáticas externas ejercidas por el mar, y por las presiones y fuerzas estáticas inducidas por los pesos interno del buque.

Las cargas de ola o inerciales, son aquellas debidas a las olas y a los movimientos del buque. Están constituidas por las presiones externas debidas a las olas del mar, y a las presiones y fuerzas inerciales debidas a las aceleraciones sobre los pesos internos del buque.



Cargas dinámicas, son aquellas cuya duración es mucho menor que el periodo de las olas inducidas y que están constituidas por las presiones de impacto. En este caso como se trata de un buque cuya eslora es menor de 65 metros, no se tendrán en cuenta estas cargas.

Por otra parte existen unas cargas no locales debidas a l efecto que producen todas las fuerzas actuando de manera conjunta sobre el buque, el cual se modela como una viga. Son las cargas de la viga buque.

A continuación, se calculará las presiones ejercidas sobre cada elemento, tanto las de aguas tranquilas como las de ola. Antes del cálculo de presiones se detallan y justifican los parámetros de diseño de la zona del buque a escantillonar, fondo, costado y cubiertas.

## 2.1 Presiones y características del fondo

Para el cálculo de las presiones en el fondo utilizaremos la Part 3, Ch 2, Secc 5.

Parámetros:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1,025 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{coeficiente de olas: } 0,0792 \cdot L = 3,469$$

Características del doble fondo:

- Altura mínima del doble fondo:

Se prolongará hasta los costados del buque de tal manera que se proteja el fondo hasta la curva del pantoque.

$$h_{min} = 1000 * \frac{B}{20} = 514,15 \text{ mm} \rightarrow \text{mínimo} = 760 \text{ mm}$$

En la Cámara de Máquinas, la altura de la parte superior del tanque por encima de la quilla debería ser 45% y 30% en la viga central, mayor que la altura mínima ( $h_{min}$ ).

En el buque proyecto aplicamos una altura del doble fondo de 1,1 m para ganar capacidad de combustible.

- Separación de varengas:

Según el Reglamento, *Sección 5, D200*, se dispondrá una varenga llena en cada cuaderna en la Cámara de Máquinas, en los piques de proa y popa y por debajo de los puntales. En el resto del buque para un calado entre  $2 < T \leq 5,4$ , cada 3 cuadernas.

- Separación de vagras:

Según el Reglamento, *Sección 5, D300*, las vagras laterales se deben de manera que la distancia entre las vagras laterales y la vagra central no exceda 5 metros. En el buque proyecto la separación entre las vagras laterales y la central es de 1,7 metros.

Normalmente el espaciado entre vagras no debe ser superior a 3,6 m. En la Cámara de Máquinas el espaciado será cada dos cuadernas, 1,2 m.

- Características de los tanques del doble fondo:

Para calcular las presiones de diseño de los elementos del doble fondo es necesario detallar las características de los 2 tanques simétricos de diesel oil que se encuentran en el doble fondo a la altura de la cuaderna maestra, cuaderna 21, entre las cuadernas 25 a la 40.

Para el cálculo de las presiones del fondo, utilizaremos la formulación de la Tabla B1 Cargas de diseño.

Table B1 Design loads		
Structure		$p \text{ (kN/m}^2 \text{)}^1)$
Outer bottom:	Sea pressure	$p_1 = 10 \text{ T} + p_{dp}$
	Liquid cargo in tank above	$p_2 = g_0 \rho h_s$
Inner bottom:	Dry cargo in cargo holds	$p_3 = 1.3 g_0 \rho_c H_C$
	Liquids in tank above <sup>2)</sup>	$p_4 = 1.3 g_0 \rho h_s$
		$p_5 = 0.67 (\rho g_0 h_p + \Delta p_{dyn})$
		$p_6 = \rho g_0 h_s + p_0$
		$p_7 = \rho g_0 (h_s + 0.3 b)$
		$p_8 = \rho g_0 (h_s + 0.1 l)$
Minimum pressure	$p_9 = 10 \text{ T}$	
Floors and girders:	Pressure on tank boundaries in double bottom	$p_{10} = 0.67 (10 h_p + \Delta p_{dyn})$ $p_{11} = 10 h_s + p_0$

1) For ships with service restrictions,  $p_3$ ,  $p_4$  and the last term in  $p_1$  may be reduced as given in Sec.3 B1103.

2)  $p_7$  and  $p_8$  refer to tank sides and ends, respectively. Adjacent structures to be reinforced accordingly.

**T** = Rule draught in m, see Sec.1 B

Figura 2.1 Cargas de diseño

### 2.1.1 Chapa de quilla

$$P = \max (p_1; p_2)$$

siendo,  $p_1$  la presión del mar y  $p_2$  la del líquido, (kN/m<sup>2</sup>):

$$p_1 = 10T + p_{dp}$$

$$p_{dp} = pl + 135 * \frac{y}{B + 75} - 1,2 * (T - z) \quad (kN/m^2)$$

$$p_2 = g_0 * \rho * h_s$$

donde:

$$p_l = k_s * C_w + k_f$$

$$k_s = 2$$

$$C_w = 3.467 \text{ m}$$

$$K_f = \min (f, T)$$

$f$ : distancia vertical desde la línea de agua a la parte alta del costado del buque en la sección transversal considerada, como máximo será  $0,8 * C_w$ . En nuestro caso será mayor  $0,8 * C_w$ , por lo que tomamos  $f = 2,3 \text{ m}$ .

$y$ : distancia en m desde crujía al punto considerado, como mínimo será  $B/4 = 2,575 \text{ m}$ . Se tomará  $y = 2,575 \text{ m}$ .

$z$ : distancia vertical de la línea de base al punto de la carga considerado (máx  $T$ ). Se tomará  $z = 0 \text{ m}$ .

$$p_l = k_s * C_w + k_f = 9,238 \text{ m}$$

$$p_{dp} = p_l + 135 * \frac{y}{B + 75} - 1,2 * (T - z) = 7,793 \text{ m}$$

$$p_1 = 10T + p_{dp} = 53,793 \text{ kN/m}^2$$

$h_s$ : distancia vertical en m del punto de carga a la parte superior del tanque o cubierta.

$$p_2 = g_0 * \rho * h_s = 11,061 \text{ kN/m}^2$$

$$P = \text{máx} (53,793; 11,061)$$

$$P_{\text{chapa quilla}} = 53,793 \text{ kN/m}^2$$

### 2.1.2 Chapa de fondo

En las estructuras exteriores del fondo, la presión a considerar será la mayor entre la producida por la presión ejercida desde el exterior por el mar  $p_1$  y la interior producida por la carga líquida que contenga el tanque al que pertenezca la estructura  $p_2$ .

$$P = \text{máx} (p_1; p_2)$$

siendo,  $p_1$  la presión del mar y  $p_2$  la del líquido, (kN/m<sup>2</sup>):

$$p_1 = 10T + p_{dp}$$

$$p_{dp} = p_l + 135 * \frac{y}{B + 75} - 1,2 * (T - z) \quad (kN/m^2)$$

$$p_2 = g_0 * \rho * h_s$$

donde:

$$p_l = k_s * C_w + k_f$$

$$k_s = 2$$

$$C_w = 3.467 \text{ m}$$

$$K_f = \min (f, T)$$

$$y = 4,9 \text{ m}$$

$$z = 1,1 \text{ m}$$

$$p_l = k_s * C_w + k_f = 9,238 \text{ m}$$

$$p_{dp} = p_l + 135 * \frac{y}{B + 75} - 1,2 * (T - z) = 12,793 \text{ m}$$

$$p_1 = 10T + p_{dp} = 58,793 \text{ kN/m}^2$$

$$h_s: 3,5 \text{ m}$$

$$p_2 = g_0 * \rho * h_s = 35,193 \text{ kN/m}^2$$

$$P = \text{máx} (58,793; 35,193)$$

$$P_{\text{chapa fondo}} = 58,793 \text{ kN/m}^2$$

### 2.1.3 Chapa del doble fondo

La presión a considerar será la mayor entre la producida por la presión P3, presión producida por la carga seca en bodegas y la presión P9, presión mínima.

$$P = \text{máx} (p_3; p_9)$$

$$p_3 = 1,3 * g_0 * \rho_c * H_c$$

$$p_9 = 10 * T$$

donde:

$$\rho_{\text{carga}} = 0,7 \text{ kg/m}^3$$

$$p_3 = 1,3 * g_o * \rho_c * H_c = 31,245 \text{ kN/m}^2$$

$$p_9 = 10 * T = 46 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{chapa doble fondo}} = 46 \text{ kN/m}^2$$

#### 2.1.4 Vagras

La presión a considerar será la mayor entre la producida por la presión mínima ejercida y la presión sobre los límites de los tanques de doble fondo.

$$P = \text{máx} (p_9; p_{10}; p_{11})$$

$$p_9 = 10 * T$$

$$p_{10} = 0,67 * (10 * h_p + \Delta p_{\text{dyn}})$$

$$p_{11} = 10 * h_s + p_0$$

donde:

hp: es la distancia vertical desde el punto de carga a la parte superior del tubo de aireación, 6,56 m

$$\Delta p_{\text{dyn}} = 0$$

hs: 1,1

p0 : 0,3\*L-5 = 8,14, mínimo 10

$$p_9 = 46 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{10} = 43,952 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{11} = 21 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{vagra}} = 46 \text{ kN/m}^2$$

#### 2.1.5 Varengas

La presión a considerar será la mayor entre la producida por la presión mínima ejercida y la presión sobre los límites de los tanques de doble fondo. Serán la misma que para las vagras.

## 2.2 Presiones y características del costado

Para el cálculo de las presiones del costado, seguiremos la Part 3, Ch 2, Secc 6, utilizaremos la formulación de la Tabla B1 Cargas de diseño.

<b>Table B1 Design loads</b>	
<i>Load type</i>	<i>p (kN/m<sup>2</sup>)</i>
Sea pressure below summer load waterline	$p_1 = 10 h_0 + p_{dp}^{1)}$
Sea pressure above summer load waterline	$p_2 = (p_{dp} - (4 + 0.2 k_s) h_0)^{1)}$ minimum $6.25 + 0.025 L$
Ballast, bunker or liquid cargo in side tanks in general <sup>2) 3)</sup>	$p_3 = k \rho g_0 h_s$
	$p_4 = \rho g_0 h_s + p_0$
	$p_5 = 0.67 (\rho g_0 h_p + \Delta p_{dyn})$
	$p_6 = \rho g_0 (h_s + 0.3 b)$
	$p_7 = \rho g_0 (h_s + 0.1 l)$
1) For ships with service restrictions, $p_2$ and the last term in $p_1$ may be reduced as given in Sec.3 B1103. 2) $p_7$ is to be applied for 25% of length of tank measured from the tank ends. 3) For partly filled tanks, see also Sec.8 Table B1.	

Figura 2.2 Cargas de diseño

### 2.2.1 Chapa de costado por debajo de la cubierta principal

Para el escantillonado de los costados del buque, desde el doble fondo hasta la cubierta principal; tendremos en cuenta la presión por debajo de la línea de flotación; y por otro lado por encima de la línea de flotación.

Presión por debajo de la línea de flotación:

$$p_1 = 10 * h_0 + p_{dp}$$

donde:

$$p_1 = 8,607$$

$$y = 5,15$$

$$z = 2,868$$

$$h_0 = 1,17$$

$$p_{dp} = pl + 135 * \frac{y}{B + 75} - 1,2 * (T - z) = 14,679 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{costado bajo cub principal}} = 32,279 \text{ kN/m}^2$$

### 2.2.1 Chapa de costado por debajo de la cubierta superior

Para el escantillonado de los costados del buque, desde la cubierta principal a la cubierta superior; tendremos en cuenta la presión por encima de la línea de flotación.

donde:

$$pl = 8,607$$

$$y = 5,15$$

$$z = 5,77$$

$$h_0 = 1,16$$

$$\text{mínimo } 6,25 + 0,025 * L = 7,345$$

$$p_2 = (p_{dp} - (4 + 0,2 * ks) * h_0) = 13,058 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{dp} = pl + 135 * \frac{y}{B + 75} - 1,2 * (T - z) = 18,161 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{costado bajo cub superior}} = 13,058 \text{ kN/m}^2$$

### 2.3 Presiones y características de las cubiertas

Se calculan mediante la Tabla B1 y se tendrá en cuenta la definición de presión adecuada para la zona del buque donde estemos calculando las cargas. Calcularemos las cargas de la cubierta principal y la superior.



Table B1 Design loads	
Structure	$p$ (kN/m <sup>2</sup> )
Weather decks <sup>1) 3)</sup>	$p_1 = a (p_{dp} - (4 + 0.2 k_d) h_0)$ = minimum 5.0
Cargo 'tweendecks	$p_2 = k \leq 0.1$ $p_3 = k \rho_c \leq 0.1 H_C$
Platform deck in machinery spaces	$p_4 = k \leq 0.16$
Accommodation decks	$p_5 = k \leq 0.35$
Deck as tank bottom or top in general <sup>2) 4)</sup>	$p_6 = k \rho \leq 0.1 h_s$ $p_7 = 0.67 (\rho \leq 0.1 h_p + \Delta p_{dyn})$ $p_8 = \rho \leq 0.1 h_s + p_0$ $p_9 = \rho \leq 0.1 (h_s + 0.3 b)$ $p_{10} = \rho \leq 0.1 (h_s + 0.1 l)$
Top of deckhouse	$p_{11} = 4$
Watertight deck submerged in damaged condition <sup>5)</sup>	$p_{12} = 10 h_b$
<sup>1)</sup> On weather decks combination of the design pressures $p_1$ and $p_2$ may be required for deck cargo with design stowage height less than 2.3 m. <sup>2)</sup> For partly filled tanks, see Sec.8 Table B1. <sup>3)</sup> For ships with service restrictions, $p_1$ may be reduced by the percentages given in Sec.3 B1103. <sup>4)</sup> $p_0$ and $p_{10}$ refer to tank sides and ends, respectively. Adjacent structures are to be reinforced accordingly. <sup>5)</sup> The strength may be calculated with allowable stresses for plating, stiffeners and girders increased by 60.	

Figura 2.3 Cargas de diseño

Según el reglamento Part 3, Ch 2, Secc 7, se deben colocar baos por debajo de cada cubierta en cada clara de cuadernas, cada 0,6 m. Los puntales van colocados desde el doble a la cubierta francobordo, y desde ésta a la cubierta superior. Van colocados sobre las vagras laterales por la cara superior de la plancha de doble fondo, a 1,7 m de crujía a cada costado. Su disposición longitudinal es un puntal cada 5 cuadernas, es decir, 3 m.

Por lo tanto, para los baos el valor del parámetro  $s$  será igual a 0,6 m, mientras que  $l$  para baos centrales es de 3,4 m y para baos laterales 3,45 m.

Las esloras se colocan para reducir el escantillonado de baos y cubiertas. Por tanto,  $s$  será 3 m y  $l$  será 3,45 m.

### 2.3.1 Chapa de la cubierta principal (francobordo)

Calculamos las presiones para entrepuente de carga, p2 y p3 y cubierta como fondo y techo de tanque, en este caso bodega de carga p6, p7 y p8, la presiones 9, y 10 no son aplicables en esta cubierta.

$$k = 1,3$$

$$q_{min} = 1$$

$$p_c = 0,7$$

$$h_p = 3,06$$

$$\Delta p_{dyn} = 0$$

$$h_s: 1,1$$

$$p_0 : 0,3 \cdot L^{-5} = 8,14, \text{ mínimo } 10$$

$$p_2 = k \cdot g_o \cdot q = 12,753 \text{ kN/m}^2$$

$$p_3 = k \cdot g_o \cdot p_c \cdot H_c = 20,532 \text{ kN/m}^2$$

$$p_6 = k \cdot g_o \cdot p_c \cdot h_s = 26,144 \text{ kN/m}^2$$

$$p_7 = 0,67 \cdot (10 \cdot h_p + \Delta p_{dy}) = 20,615 \text{ kN/m}^2$$

$$p_8 = k \cdot g_o \cdot h_s + p_0 = 28,251 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{cubierta principal}} = 28,251 \text{ kN/m}^2$$

### 2.3.2 Chapa de la cubierta superior (resistente)

Calculamos las presiones para la cubierta intemperie p1, cubierta de acomodación p5 y cubierta como fondo y techo de tanque, en este caso bodega de carga p6, p7 y p8, la presiones 9, y 10 no son aplicables en esta cubierta.

$$k = 1,3$$

$$q_{min} = 1$$

$$p_c = 0,7$$

$$h_p = 3,06$$

$$\Delta p_{dyn} = 0$$

$$h_s: 1,1$$

$$p_0 : 0,3 \cdot L^{-5} = 8,14, \text{ mínimo } 10$$

$$p1 = a * (p_{dp} - (4 + 0,2 * ks) * h0) = 2,05 \rightarrow \text{mínimo } 5$$

$$p5 = k * go * 0,35 = 4,464 \text{ kN/m}^2$$

$$p6 = k * go * \rho c * hs = 26,144 \text{ kN/m}^2$$

$$p7 = 0,67 * (10 * hp + \Delta_{pdy}) = 5,12 \text{ kN/m}^2$$

$$p8 = k * go * hs + \rho 0 = 28,251 \text{ kN/m}^2$$

$$p10 = \rho * go * (hs + 0,1 * l) = 26,747 \text{ kN/m}^2$$

$$p11 = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{cubierta superior}} = 28,251 \text{ kN/m}^2$$

### 3. ESCANTILLONADO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL CASCO

Para el cálculo del escantillonado de los elementos estructurales seguiremos Part 3, Ch 2, Secc 5.

Parámetros generales:

tk: coeficiente de seguridad por corrosión que se añade a las planchas y refuerzos en tanques de lastre y carga de hidrocarburos; así como bodegas de carga a granel. Obtenido en la Tabla D1 de la Sección 2.

#### 3.1 Escantillonado del fondo

##### 3.1.1 Chapa de quilla

Se extiende por toda la longitud del barco. La manga no debe ser inferior a:

$$b = 800 + 5 * L = 1019 \text{ mm}$$

El espesor no debe ser inferior:

$$t = 7 + 0,005 * L + tk = 10,19 \text{ mm}$$

### 3.1.2 Chapa de fondo

Para la determinación del espesor de la chapa del fondo me baso en el apartado C200, donde el espesor se calcula según:

$$t = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 7,636 \text{ mm}$$

$$t_{min} = 5 + 0,04 * L + tk = 7,752 \text{ mm}$$

donde:

ka = (1,1-0,25\*s/l)<sup>2</sup>, como máximo 1

s: 0,6

l: 2,48

P: 58,793

σ: 120

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

### 3.1.3 Chapa de doble fondo

El espesor viene dado por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 6,434 \text{ mm}$$

$$t_{min} = t_0 + k * L + tk = 6,138 \text{ mm}$$

donde:

ka = (1,1-0,25\*s/l)<sup>2</sup>, como máximo 1

s: 0,6

l: 3,2

P: la máxima de P3 y P9

σ: 140

t<sub>0</sub> = 5, para cubiertas de acomodación, o de carga o intemperie.

k = 0,03, en buques con dos cubiertas por encima de 0,7D desde la línea base.

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

### 3.1.4 Vagras

La vagra central debe ser continua y extenderse sobre la longitud del barco. Ha de ser estanca para evitar la gran superficie libre en los depósitos del doble fondo.

El espesor de suelos y vigas longitudinales que forman los límites de los tanques de doble fondo está dado por:

$$t_{v.central} = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 8,752 \text{ mm}$$

$$t_{v.lateral} = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 7,876 \text{ mm}$$

donde:

$P = \text{máx} \{P_0, P_9, P_{10}, P_1\}$

$\sigma$ : 130

$ka$ : 1

$s$ : 0,6

$l_{vagra \text{ central}}$ : 1,7

$l_{vagar \text{ lateral}}$ : 2,6

El espesor de las vagras no será menor que:

$$t_{min} = 6 + k * L + tk$$

donde:

$k = 0,04$  para vagras centrales,  $t_{min} = 8,752 \text{ mm}$

$k = 0,02$  para el resto de vagras,  $t_{min} = 7,876 \text{ mm}$

$$t_{v.central} = 9 \text{ mm}$$

$$t_{v.lateral} = 8 \text{ mm}$$

### 3.1.5 Varengas

Las varengas se calculan de la misma forma que las vagras, variando únicamente el valor de  $\sigma=160$ .

$$t = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 6,08mm$$

El espesor de las vagras no será menor que:

$$t_{min} = 6 + k * L + tk = 7,876 mm$$

$$t_f = 8 mm$$

### 3.2 Escantillado del costado

Para el cálculo del escantillado de los elementos estructurales seguiremos Part 3, Ch 2, Secc 6.

Parámetros generales:

Wk: factor de corrosión, obtenido de la Tabla Secc 2 D200, wk = 1,006.

tk: coeficiente de seguridad por corrosión que se añade a las planchas y refuerzos en tanques de lastre y carga de hidrocarburos; así como bodegas de carga a granel. Obtenido en la Tabla D1 de la Sección 2.

#### 3.2.1 Chapa de costado por debajo de la cubierta principal

El espesor viene dado por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 5,917 mm$$

donde:

ka: 1

s: 0,6

l: 3,45

P: P1

$\sigma$ : 120

En todo caso, el espesor no será menor de:

$$t_{min} = 5 + k * L + tk = 7,752 \text{ mm}$$

donde:

$t_0 = 5$ , para cubiertas de acomodación, o de carga o intemperie.

$k = 0,04$

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

### 3.2.2 Chapa de costado por debajo de la cubierta superior

El espesor viene dado por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 4,127 \text{ mm}$$

donde:

$k_a$ : 1

$s$ : 0,6

$l$ : 3,45

$P$ : P2

$\sigma$ : 120

En todo caso, el espesor no será menor de:

$$t_{min} = 5 + k * L + tk = 7,314 \text{ mm}$$

donde:

$t_0 = 5$ , para cubiertas de acomodación, o de carga o intemperie.

$k = 0,03$

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

### 3.2.3 Cuadernas por debajo de la cubierta principal

C400. De acuerdo al Reglamento el espesor del alma y de las alas de las estructuras y refuerzos no debe ser inferior a:

$$t_{min} = 6 + k * L + tk = 6,876 \text{ mm}$$

El módulo resistente de las cuadernas se obtiene de las siguientes fórmulas, escogiendo el caso que proporcione valores mayores.

$$Z = 0,5 * l^2 * s * P * w_k = 119,34 \text{ cm}^3$$

$$Z = 6,5 * \sqrt{L} = 43,018 \text{ cm}^3$$

donde:

s: 0,6

l: 3,5

P: p1

$$Z = 119,34 \text{ cm}^3 \quad \text{Perfil: L180 x 180 x 15} \Rightarrow Z = 122 \text{ cm}^3$$

### 3.2.3 Cuadernas por debajo de la cubierta superior

C400. De acuerdo al Reglamento el espesor del alma y de las alas de las estructuras y refuerzos no debe ser inferior a:

$$t_{min} = 6 + k * L + tk = 6,876 \text{ mm}$$

El módulo resistente de las cuadernas se obtiene de las siguientes fórmulas, escogiendo el caso que proporcione valores mayores.

$$Z = 0,5 * l^2 * s * P * w_k = 20,847 \text{ cm}^3$$

$$Z = 6,5 * \sqrt{L} = 43,018 \text{ cm}^3$$

donde:

s: 0,6

l: 2,3

P: p2

$$Z = 43,018 \text{ cm}^3 \quad \text{Perfil: L120 x 120 x 13} \Rightarrow Z = 46,01 \text{ cm}^3$$



### 3.3 Escantillado de las cubiertas

Para el cálculo del escantillado de los elementos estructurales seguiremos Part 3, Ch 2, Secc 7.

#### 3.3.1 Chapa de cubierta principal (francobordo)

El espesor viene dado por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 5,6 \text{ mm}$$

donde:

ka: 1

s: 0,6

P: p8

$\sigma$ : 120

En todo caso, el espesor no será menor de:

$$t_{min} = 5 + k * L + tk = 6,438 \text{ mm}$$

donde:

to = 5, para cubiertas de acomodación, o de carga o intemperie.

k = 0,01

$$t_f = 6,5 \text{ mm}$$

#### 3.3.2 Chapa de cubierta superior (resistente)

El espesor viene dado por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{15,8 * ka * s * \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} + tk = 5,6 \text{ mm}$$

El peso es el mismo que para la cubierta principal.

$$t_f = 6,5 \text{ mm}$$

### 3.3.3 Esloras de la cubierta principal

Secc 7 C300, El módulo de resistencia mínimo será:

$$Z = \frac{83 * l^2 * s * P * w_k}{\sigma} = 523,29 \text{ cm}^3$$

donde:

s: 3m.

l: 3,45

P: p8

σ: 160

$$Z = 523,29 \text{ cm}^3 \quad \text{Perfil: L250 x 250 x 35} \Rightarrow Z = 529,4 \text{ cm}^3$$

ESLORAS	Base (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Y - LB (m)	A*Y (cm <sup>2</sup> *m)	A*Y <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> *m <sup>2</sup> )	Io (cm <sup>2</sup> *cm <sup>2</sup> )
ALMA	3,5	21,5	75,25	0,1575	11,85	1,8667	2898,6927
ALA	25	3,5	87,5	0,14	12,25	1,7150	89,3229

<b>TOTAL</b>	(cm)		162,75		24,10	3,58	2988,02
--------------	------	--	--------	--	-------	------	---------

### 3.3.4 Esloras de la cubierta superior

C300, El módulo de resistencia mínimo será:

$$Z = \frac{83 * l^2 * s * P * w_k}{\sigma} = 523,29 \text{ cm}^3$$

donde:

s: 3m.

l: 3,45

P: p8

σ: 160

$$Z = 523,29 \text{ cm}^3 \quad \text{Perfil: L250 x 250 x 35} \Rightarrow Z = 529,4 \text{ cm}^3$$

ESLORAS	Base (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Y - LB (m)	A*Y (cm <sup>2</sup> *m)	A*Y <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> *m <sup>2</sup> )	Io (cm <sup>2</sup> *cm <sup>2</sup> )
ALMA	3,5	21,5	75,25	0,1575	11,85	1,8667	2898,6927
ALA	25	3,5	87,5	0,14	12,25	1,7150	89,3229

<b>TOTAL</b>	(cm)		162,75		24,10	3,58	2988,02
--------------	------	--	--------	--	-------	------	---------

### 3.3.5 Baos de la cubierta principal

C400, El módulo resistente de los baos de las diferentes cubiertas no será inferior:

$$Z = 0,63 * l^2 * s * P * w_k$$

baos central:

s: 3

l: 3,45

P: p8

Baos lateral:

s: 3

l: 3,45

P: p8

$$Z_c = 123,44 \text{ cm}^3 \quad \text{Perfil: L180 x 180 x 16} \Rightarrow Z = 129,7 \text{ cm}^3$$

$$Z_l = 127,1 \text{ cm}^3 \quad \text{Perfil: L180 x 180 x 16} \Rightarrow Z = 129,7 \text{ cm}^3$$

### 3.3.6 Baos de la cubierta superior

Los baos de la cubierta superior son los mismo que para la cubierta principal.

#### 4. RESUMEN ESCANTILLONADO

En la siguiente tabla se resumen los valores obtenidos hasta ahora:

ELEMENTOS	ESPESOR
Chapa de quilla	10,2
Chapa de fondo	8
Chapa de doble fondo	7
Vagra central	9
Vagra lateral	8
Varenga	8
Chapa de costado bajo cub prin	8
Chapa de costado bajo cub sup	8
Chapa cub principal	6,5
Chapa cub superior	6,5
Cuaderna bajo cub prin	L 180 x 180 x15
Cuaderna bajo cub sup	L 120 x 120 x13
Baos cub prin	L 180 x 180x 16
Baos cub sup	L 180 x 180x 16
Esloras cub prin	L 250 x 250 x 35
Esloras cub sup	L 250 x 250 x 35

Figura 4.1 Resumen escantillonado

#### 5. CÁLCULO DEL MÓDULO DE LA MAESTRA

##### 5.1 Módulo mínimo de la maestra

La Sociedad de Clasificación exige un módulo mínimo de los elementos longitudinales continuos, en cada sección transversal, con el fin de que pueda hacer frente, en todas las situaciones posibles. Este módulo, es el cociente entre el momento flector máximo y la tensión del material que da la Sociedad de Clasificación.

Los valores máximos de las curvas de momentos flectores en aguas tranquilas deberían calcularse a mano, a partir de la integración de la ley de cortantes. Pero en una primera aproximación, la formulación para el momento de aguas tranquilas dada

por la norma, se puede utilizar como guía y la comprobación manual de dicho valor, en una primera aproximación, se puede considerar válida.

El momento flector de aguas tranquilas de diseño normalmente no debe ser tomado, entre 0,4L desde el centro de buque, como menos de:

$$M_{SO} = 0,0052 * L^3 * B * (Cb + 0,7) = 5930,88 \text{ kN} * m$$

Fuera de 0,4L el momento de aguas tranquilas debe ser gradualmente disminuido hasta llegar a cero en las perpendiculares de proa y popa.

En situación de arrufo se emplea:

$$M_{WO} = 0,11 * Cw * L^2 * B * (Cb + 0,7) = -9936,63 \text{ kN} * m$$

y para la condición de quebranto:

$$M_{WO} = 0,19 * Cw * L^2 * B * Cb = 8061,53 \text{ kN} * m$$

donde:

$$Cw = 0,0792 * L = 3,469$$

Con los valores anteriores, ya podemos calcular el módulo de la cuaderna maestra, según:

$$Z = \frac{M_S + M_W}{175} * 10^3 = 90671,5 \text{ cm}^3$$

Según el Reglamento DNV, el módulo resistente de la maestra con respecto al fondo y a la cubierta superior no deberá ser inferior a :

$$Z_O = C_{wo} * L^2 * B * (CB + 0,7) = 182280,4 \text{ cm}^3$$

donde:

$$C_{wo} = \max \{(5,7 + 0,022 * L); 7\} = \max (6,67; 7) = 7$$

## 5.2 Módulo resistente

En el primer lugar hay que definir que elementos de la estructura son los que contribuyen a la resistencia longitudinal, ya que serán estos mismos los que se incluyan en el cálculo del módulo resistente. El reglamento indica que se deben incluir aquellos elementos que se encuentren por debajo de la cubierta resistente.

Las planchas calculadas previamente que forman parte del fondo, costado. También las cubiertas de francobordo y resistente, ya que son continuas a lo largo de toda la eslora del buque. La plancha del doble fondo no es continua pero su longitud se encuentra dentro del rango por lo que también debe considerarse. Las planchas utilizadas en la construcción de la quilla de cajón también pueden ser incluidas. Dichas planchas suelen estar sobredimensionadas para aumentar el peso en la zona más baja del buque y disminuir por tanto la altura del centro de gravedad del peso en rosca con el fin de aumentar la estabilidad.

En cuanto a los refuerzos, se tienen en cuenta aquellos que tienen una distribución longitudinal a lo largo del buque, es decir las vagras y esloras. No se tiene en cuenta por lo tanto, las cuadernas y baos. Los refuerzos que constan de dos partes, alma y ala, se separan, y sus características se incluyen por separado.

Debido a la simétrica existente entre ambos costados se toman en consideración únicamente los elementos en uno solo y se multiplican por dos los resultados obtenidos. En el caso de la vagra central, al estar situada en crujía, se considera también en dos partes, por lo que se debe dividir por la mitad su espesor total de 9 mm.

Para el cálculo del módulo ofrecido, se introdujeron como datos las dimensiones de cada uno de los elementos, la posición vertical de su centro de gravedad respecto a la línea base y la altura equivalente en metros.

En la primera columna de la tabla figuran los distintos elementos.

- Área del elemento (cm<sup>2</sup>)  $A = b \cdot a$
- Momento de primer orden (cm<sup>2</sup>·m)  $M_1 = A \cdot y$
- Momento de segundo orden (cm<sup>2</sup>·m<sup>2</sup>)  $M_2 = M_1 \cdot y$
- Momento de inercia transversal respecto al cdg del elemento:

$$Inercia_{local} = \frac{1}{12} * A * h^2 \text{ (cm}^2 * \text{m}^2\text{)}$$

- Momento de inercia de cada elemento respecto a la Línea Base:

- $Inercia_{LB} = \frac{1}{12} * A * h^2 + A * Y \text{ (cm}^2 * \text{m}^2\text{)}$

Procedemos a calcular el módulo ofrecido por la cuaderna maestra y verificar que es superior al módulo requerido.

ELEMENTO	Base (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	V - LB (m)	A*Y (cm <sup>2</sup> *m)	A*Y*2 (cm <sup>2</sup> *m <sup>2</sup> )	h equiv. (m)	Io (cm <sup>2</sup> *m <sup>2</sup> )	ILb (cm <sup>2</sup> *m <sup>2</sup> )
Chapa fondo	453	0,8	362,4	0,2215	80,2716	17,8	0,008	0,0019	17,782
Chapa doble fondo	485	0,7	339,5	1,1	373,45	410,8	0,007	0,0014	410,796
Vagra central	0,45	104,2	46,89	0,653	30,61917	20,0	1,042	4,2426	24,237
Vagra lateral	0,8	87,9	70,32	0,653	45,91896	30,0	0,879	4,5277	34,513
Costado DF - PRIN	0,8	350	280	2,868	803,04	2303,1	3,5	285,8333	2588,952
Costado PRIN - SUP	0,8	230	184	5,787	1064,808	6162,0	2,3	81,1133	6243,157
Cub Principal	515	0,65	334,75	4,6	1539,85	7083,3	0,0065	0,0012	7083,311
Cub Superior	515	0,65	334,75	6,9	2309,775	15937,4	0,0065	0,0012	15937,449
Esloza Cub Prin	L250 x 250 x 35		162,75	4,475	728,3	3259,2		0,2988	3259,469
Esloza Cub sup	L250 x 250 x 35		162,75	6,775	1102,6	7470,3		0,2988	7470,626
Quilla C (vertical)	1,02	60	61,2	-0,3	-18,36	5,5	0,6	1,8360	7,344
Quilla C (horizontal)	51	1,02	52,02	-0,6	-31,212	18,7	0,0102	0,0005	18,728
TOTAL secc media (cm)			2391,33		8029,09823	42718,20706			43096,364
TOTAL (cm)			4782,66		16058,19646	85436,41412			86192,7275

Figura 5.1 Parámetros para cada elemento



Hay que señalar que la posición de Y, es el resultado de medir en el plano de la cuaderna maestra. Y para los cálculos no se tienen en cuenta los elementos sobre la cubierta superior o resistente.

Una vez realizados los cálculos, buscamos el momento de inercia final, o el momento de inercia respecto al eje neutro y los módulos respecto a la cubierta y el fondo.

Las fórmulas y los resultados obtenidos en la hoja de cálculo son los siguientes:

Altura del eje neutro sobre la línea base:

$$y_G = \frac{\sum(A * y)}{A} = \frac{16058,2}{4782,7} = 3,36 \text{ m}$$

El momento de inercia respecto al eje neutro:

$$I_{EN} = \sum I_x + \sum(A * y^2) = 32275,9 \text{ (cm}^2 * \text{m}^2\text{)}$$

La distancia entre el fondo y el eje neutro será igual a la distancia entre la línea base y el eje neutro:

$$y_{fondo} = 3,36 \text{ m}$$

La distancia entre la cubierta y el eje neutro:

$$y_{cubierta} = 3,54 \text{ m}$$

El módulo resistente del fondo será igual al momento de inercia transversal respecto al eje neutro ( $I_{EN}$ ) dividido por la distancia entre el fondo y el eje neutro.

$$W_{fondo} = \frac{I_{EN}}{y_{fondo}} = 9612,8 \text{ (cm}^2 * \text{m)}$$

El módulo resistente de la cubierta resistente será igual al momento de inercia transversal respecto al eje neutro ( $I_{EN}$ ) dividido por la distancia entre la cubierta y el eje neutro.

$$W_{cubierta} = \frac{I_{EN}}{y_{cubierta}} = 9111,3 \quad (cm^2 * m)$$

Una vez realizado el cálculo del módulo ofrecido por medio de los espesores de las chapas y de sus perfiles estructurales, debemos contratarlo con el módulo mínimo requerido de la cuaderna maestra respecto al eje neutro, que se obtiene del Reglamento de la Sociedad de Clasificación. Comparación de resultados obtenidos:

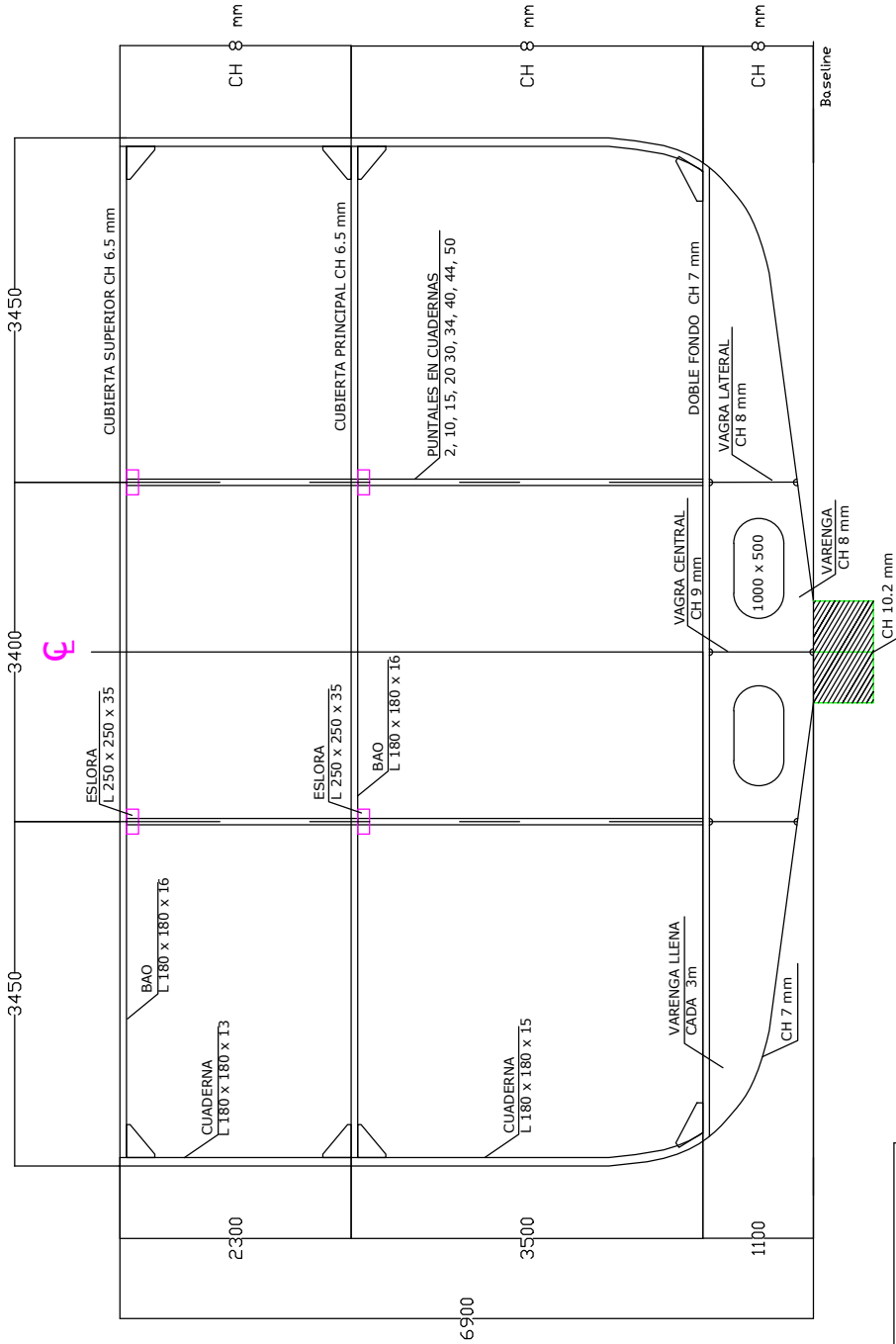
MÓDULO OFRECIDO		
Yg	3,4	m
I <sub>en</sub>	32275,9	cm <sup>2</sup> *m <sup>2</sup>
Y fondo	3,4	m
Y cubierta	3,5	m
W fondo	9612,8	cm <sup>2</sup> *m
W cubierta	9111,3	cm <sup>2</sup> *m

MODULO REQUERIDO		
Z. Maestra	90820,7	cm <sup>3</sup>
Zo (min)	182581,8	cm <sup>3</sup>
Zo (min)	1825,81772	cm <sup>2</sup> *m


## 6. ANEXOS I

# ANEXO I

## PLANO DE LA CUADERNA MAESTRA



CARACTERÍSTICAS GENERALES	
ESLORA TOTAL	= 51m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	= 42,00m
MANGA DE TRAZADO	= 10,3m
CALADO DE TRAZADO	= 4m
PUNTAL CUB. PRINCIPAL	= 4,6m
PUNTAL CUB. SUPERIOR	= 6,9m

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E. U. P. INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL	PROYECTO FIN DE CARRERA NÚMERO: 14-104	
		TÍTULO DEL PROYECTO: ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE CAPACIDAD 600 m3	
		TÍTULO DEL PLANO: CUADERNA MAESTRA	FECHA: SEPTIEMBRE-2014
			ESCALA: 1:75
			PLANO Nº: 08
AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN	FIRMA:		

---

# CUADERNO 9

---

## FRANCOBORDO Y ARQUEO

ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE  
600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	2
1. Cálculo de Francobordo .....	2
1.1 Definiciones iniciales .....	2
1.1.1 Eslora de Francobordo (Regla 3.1).....	2
1.1.2 Puntal .....	3
1.1.3 Coeficiente de bloque .....	3
1.1.4 Superestructura .....	3
1.2 Francobordo Tabular.....	4
1.3 Correcciones al Francobordo Tabular.....	4
1.3.1 Corrección al francobordo para buques de eslora inferior a 100 m.....	4
1.3.2 Corrección por Coeficiente de bloque.....	4
1.3.3 Corrección por puntal.....	5
1.3.4 Reducción por superestructura y troncos .....	5
1.3.5 Arrufo .....	5
1.3.6 Francobordo y Calado de verano .....	7
1.3.7 Altura Mínima de proa.....	8
2. Arqueo .....	10
2.1 Arqueo Bruto GT .....	10
2.2 Arqueo Neto (NT).....	11

## 1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se va a calcular el Francobordo y Arqueo del buque proyecto, para el cálculo utilizaremos El Convenio Internacional de Líneas de Carga 1966 y La Conferencia Internacional sobre Arqueo de Buques 1969 respectivamente.

El francobordo del buque base se llamará francobordo tabular, y será nuestro punto de partida para iniciar las correcciones que nos lleven al resultado final, aunque en primer lugar definiremos los conceptos que serán necesarios para la realización de los cálculos.

## 1. CÁLCULO DE FRANCOBORDO

Tipo de buque (Regla 27):

Se trata de un buque de Tipo B, ya que es un buque arrastrero por popa, que transporta carga seca y no granel líquidos que es la carga transportada por los buques de Tipo A.

### 1.1 Definiciones iniciales

#### 1.1.1 Eslora de Francobordo (Regla 3.1)

*“La eslora (L) será igual al 96% de la eslora total en una línea de flotación situada a una distancia de la quilla igual 85% del puntal mínimo de trazado, medida desde el canto alto de la quilla o bien la eslora desde la cara de proa hasta el eje de la mecha del timón para dicha flotación en el casco de que ésta sea mejor”.*

Flotación al 85% =  $0.85 * 4.6 = 3.91$  m

Eslora total para flotación 85% D = 45.392

96% de la Eslora total =  $0.96 * 45.392 = 43.576$  m

Eslora entre la roda y el eje de la mecha del timón = 42.027 m

$L_{fb} (L) = 43.576$  m



### 1.1.2 Puntal

Puntal de trazado (Regla 3.5) será la distancia medida desde el canto alto de la quilla hasta el canto alto del bao de la cubierta principal.

$$D = 4.6 \text{ m}$$

Puntal de francobordo será el puntal de trazado en el centro del buque más el espesor de la plancha del trancanil de la cubierta de francobordo.

$$D_{fb} = D_{\text{trazado}} + \text{espesor} = 4.6 + 0.008 = 4.608 \text{ m}$$

### 1.1.3 Coeficiente de bloque

Viene dado por la fórmula:

$$Cb = \frac{\nabla}{L * B * d}$$

Donde:

$\nabla$ : volumen de la carena en la flotación al 85% del puntal 1113.3 m<sup>3</sup>

B: manga máxima

L: eslora de francobordo

d: puntal al 85%

$$Cb = \frac{1113.3}{43.576 * 10.3 * 3.91} = 0.634$$

### 1.1.4 Superestructura

Será una construcción cubierta dispuesta encima de la cubierta de francobordo, que se extienda de banda a banda del buque o cuyo forro lateral no esté separado del forro del costado más de un 4% de la manga.

Regla 33: Altura normal de las superestructuras: la altura normal por ser un buque con una eslora de entre 30 y 75 m es de 1.8

Longitud de superestructura S (Regla 34):

Será la longitud media de aquella parte de superestructura situada dentro de la eslora L.

$$S = L = 43.576 \text{ m}$$

Longitud efectiva E (Regla 35):

La longitud efectiva de las superestructuras.

$$E = L = 43.576 \text{ m}$$

**1.2 Francobordo Tabular**

Para calcular el francobordo de buques tipos B que dispongan de escotillas dotadas de frisas o trincas, se asignaran valores basados en la Tabla B de la Regla 28.

Entramos el francobordo tabular según la Regla 28, entramos en la Tabla 28.2 para buques Tipo B, como la eslora que tenemos no coincide plenamente con ningún valor de la tabla interpolamos entre las esloras de 43 y 44 m

Para una  $L_{fb} = 43.576 \text{ m}$  el francobordo tabular es de **369.76 mm**.

**1.3 Correcciones al Francobordo Tabular**

En función de las diferencias existentes entre las características de nuestro buque proyecto y las características definidas para el buque base, según el Convenio, habrá que aplicar una serie de correcciones al francobordo tabular.

**1.3.1 Corrección al francobordo para buques de eslora inferior a 100 m**

Regla 29: No es aplicable porque la longitud efectiva de la superestructura es mayor del 35% de la eslora.

**1.3.2 Corrección por Coeficiente de bloque**

Regla 30: no se aplica corrección, porque el coeficiente es menor de 0.68.

### 1.3.3 Corrección por puntal

Regla 31: cuando D excede de L/15 el francobordo tabular deberá aumentarse en  $(D - (L/15)) * R$ , siendo  $R = L/0.48$  para esloras inferiores a 120 m.

El francobordo tabular deberá aumentarse en:

$$D > \frac{43.576}{15} = 2.905$$

$$R = \frac{43.576}{0.48} = 90.783$$

$$\left(4.608 - \frac{43.576}{15}\right) * 90.783 = \mathbf{154.6 \text{ mm}}$$

### 1.3.4 Reducción por superestructura y troncos

Regla 37: Cuando la longitud total efectiva de la superestructura sea inferior a 1.0L.

LONGITUD EFECTIVA TOTAL DE SUPERESTRUCTURAS DE TRONCOS										
0	0.1L	0.2L	0.3L	0.4L	0.5L	0.6L	0.7L	0.8L	0.9L	1L
0	7	14	21	31	41	52	63	75.3	87.7	100

1.3.4.1 Tabla 37.1

En este caso la longitud efectiva de las superestructuras y troncos es igual a 1.0 L, por lo que el valor de esta reducción se obtiene por interpolación lineal entre los valores de:

	ESLORAS
350 mm	24 m
860 mm	85 m
1070 mm	>122 m

Para 43.576 m la reducción **513.66 mm**

### 1.3.5 Arrufo

Según el párrafo 5 “En buques con una superestructura de altura normal que se extienda sobre toda la longitud de la cubierta de francobordo, el arrufo se medirá en la cubierta de la superestructura. Cuando la altura exceda a la altura normal, la diferencia mínima (Z) entre las alturas real y normal, se añadirá a cada una de las ordenadas externas. Análogamente, las coordenadas intermedias, a distancias de L/6 y L/3 de

*cada una de las perpendiculares, se incrementarán en 0.444Z y 0.111Z, respectivamente”.*

Represento los valores de arrufo real en la siguiente tabla:

$$Z = 2.3 - 1.8 = 0.5 \text{ m} = 500 \text{ mm}$$

SITUACIÓN	ORDENADA	ORDENADA	FACTOR	PRODUCTO
Ppp	300+Z	800	1	800
1/6 L	135+0.111*Z	190.5	3	571.5
1/3 L	35+0.444*Z	257	3	771
C Maestra	0	0	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>2142.5mm</b>			

SITUACIÓN	ORDENADA	ORDENADA	FACTOR	PRODUCTO
C Maestra	0	0	1	0
L/3	71+0.111*Z	126.5	3	379.5
L/6	239+0.444*Z	461	3	1383
Ppr	623+Z	1123	1	1123
<b>TOTAL</b>	<b>2885.5mm</b>			

Represento los valores de arrufo normal en la siguiente tabla:

SITUACIÓN	ORDENADA	ORDENADA	FACTOR	PRODUCTO
Ppp	25(L/3+10)	613	1	613
1/6 L	11.1(L/3+10)	272	3	816
1/3 L	2.8(L/3+10)	69	3	207
C Maestra	0	0	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>1636 mm</b>			

SITUACIÓN	ORDENADA	ORDENADA	FACTOR	PRODUCTO
C Maestra	0	0	1	0
L/3	5.6(L/3+10)	137	3	412
L/6	22.2(L/3+10)	544	3	1633
Ppr	50(L/3+10)0	1226	1	1226
<b>TOTAL</b>	<b>3271mm</b>			

$$Defecto\ proa = \frac{3271.69 - 2885.5}{8} = 48.3\ mm$$

$$Exceso\ popa = \frac{2142.5 - 1636}{8} = 63\ mm$$

Como tengo exceso en popa y defecto en proa, cogemos el valor normal de popa y el valor real de proa para calcular la corrección:

$$Corrección = \frac{2885.5 - 1342.5}{16} * \left(0.75 - \frac{S}{2L}\right) = 24.1\ mm$$

### 1.3.6 Francobordo y Calado de verano

Para calcular el francobordo de verano  $F_v$  aplicaremos las correcciones anteriores al francobordo tabular:

Francobordo Tabular	370
<b>CORRECCIONES</b>	
Buques de L<100 m	0
Coficiente de Bloque	0
Puntal	155
Superestructuras y troncos	-513,66
Arrufo	24,0
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

Tabla 1.1 Correcciones

Francobordo mínimo de verano Regla 40: para agua salada se sabe que el francobordo mínimo no debe ser bajo ningún concepto inferior a 51 mm.

$$T_{VERANO} = D_{francobordo} - francobordo = 4608 - 51 = 4557\ mm$$

Como se calculó en el cuaderno 5, el calado en la condición de máxima carga es de 4785 mm. El calado de verano no puede ser mayor que el calado de máxima carga, así:

$$T_{\text{VERANO}} = 4557 \text{ mm}$$

$$\text{Francobordo de verano} = 4608 - 4557 = 51 \text{ mm}$$

$$\text{Francobordo de Invierno} = F_v + (T_v/48) = 51 + 4557/48 = 146 \text{ mm}$$

$$\text{Francobordo de Atlántico Norte, Invierno} = F_v + (T_v/48) + 50 = 146 + 50 = 196 \text{ mm}$$

CALADO	FRANCOBORDO	RESULTADOS
Tverano	51	4557
Tinvierno	146	4411
TANI	196	4361

Tabla 1.2 Resultados calados

### 1.3.7 Altura Mínima de proa

**Regla 39:** “La altura de proa  $F_b$ , definida como distancia vertical, en la perpendicular de proa, entre la flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y asiento de proyecto, y el canto alto, en el costado, de la cubierta expuesta, no será inferior a los valores dados por las siguientes fórmulas”.

Para buques de eslora inferior a 250 m, a:

$$H_{min} = 56 * L * \left(1 - \frac{L}{500}\right) * \frac{1.36}{Cb + 0.68}$$

El Cb será igual a 0.68.

$$H_{min} = 56 * 43.576 * \left(1 - \frac{43.576}{500}\right) * \frac{1.36}{0.68 + 0.68} = 2227.58 \text{ m}$$

La altura que hay en proa sobre la línea de flotación es la suma de las siguientes alturas:

- Francobordo de verano (51 mm)
- Diferencia entre la cubierta superior y principal (2300 mm)
- Diferencia entre la cubierta castillo y cubierta superior (2300 mm)

$$\textit{Altura real proa} = 4761 \textit{ mm}$$

La altura real de proa es mayor que la altura mínima cumple con la Regla 39.

## 2. ARQUEO

Para el cálculo del arqueo se aplica el Convenio Internacional sobre el Arqueo de Buques del año 1969.

El concepto de arqueo indica el tamaño de un buque y se emplea para determinar reglamentariamente muchas de sus características técnicas y para aplicar las tarifas de uso de puertos, canales, remolcadores.

Se distinguen dos tipos de arqueo, el arqueo bruto “la expresión del tamaño total de un buque” y arqueo neto “la expresión de la capacidad utilizable de un buque”.

Dimensiones (Regla 2):

L = 43.576 m

B = 10.3 m

D = 6.9 m

### 2.1 Arqueo Bruto GT

El arqueo bruto es una función del volumen total de todos los espacios cerrados del buque.

Regla 3: El arqueo bruto de un buque se calcula aplicando la fórmula:

$$GT = K_1 * V$$

Donde:

**V:** es el volumen de todos los espacios cerrados del buque (m<sup>3</sup>)

**K<sub>1</sub>:**  $0.2 + 0.02 \log_{10} V$

ESPACIOS CERRADOS	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
Volumen bajo Cub. Superior	2329
Cubierta Castillo	488.48
Habitación oficiales	154.56
Puente	99.36
Pórtico	37.129
Rampa	-22.4
<b>TOTAL</b>	<b>3.086,1</b>



$$K_1 = 0.2 + 0.02 * \log_{10} * 1382.06 = 0.2698$$

$$GT = 0.2628 * 3086.129 = 832.6$$

$$GT = 832,6$$

## 2.2 Arqueo Neto (NT)

El arqueo neto se calcula mediante una fórmula que es función del volumen total de todos los espacios de carga del buque.

Regla 4: Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$NT = K_2 * V_c * \left( \frac{4 * d}{3 * D} \right)^2 * K_3 * \left( N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

Donde:

**V<sub>c</sub>**: 600 m<sup>3</sup>

**K<sub>2</sub>**:  $0.2 + 0.02 \log_{10} * V_c = 0.256$

**K<sub>3</sub>**:  $1.25 * GT + 100 / 10000 = 1040.76$

**D**: 6.9 m

**d**: calado de trazado en el centro de buque correspondiente a la línea de carga de verano, el calado de máxima carga cuaderno 5, 4.557 m.

**N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>**: número total de pasajeros que el buque está autorizado a llevar según el certificado de pasajeros del buque; cuando sea inferior a 13 N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> se considera 0.

$$\frac{4 * d}{3 * D} = \frac{4 * 4.557}{3 * 6.9} = 0.880 \text{ cumple la regla de ser menor de 1}$$

$$K_2 * V_c * \left( \frac{4 * d}{3 * D} \right)^2 = 113.4 < 0.25GT, \quad \text{luego comparamos con el } 0.3 * GT$$

Como NT no se puede tomar inferior a 0.3 \*GT, el valor final de arqueo neto es:

$$NT = 0.3 * GT = 249.8$$

---

# CUADERNO 10

---

## PRESUPUESTO

### ARRASTRERO CONGELADOR POR POPA DE 600 m<sup>3</sup>



AUTOR: MARTA FREITAS SANJUÁN  
TUTOR: PABLO FARIÑAS ALVARIÑO  
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL  
SEPTIEMBRE 2014    TFG 14-104

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-104**

**TIPO DE BUQUE:** Arrastrero congelador por popa.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Torremolinos, MARPOL, DNV.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Pesca de fondo y pelágica. Bodega de 600 metros cúbicos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos a velocidad de servicio con 85% de régimen de servicio y un 15% de margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 tuneles de congelación de 20t cada uno. Grúas para carga y descarga

**PROPULSIÓN:** Motor diesel acoplado a línea de ejes de paso variable.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 19 personas en camarotes individuales y dobles

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, 19 de Septiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> Marta Freitas Sanjuán

## ÍNDICE

1. Introducción .....	5
2. Coste materiales y Gastos directos .....	6
2.1 Concepto 1 Casco .....	6
2.1.1 Acero laminado .....	6
2.1.2 Resto de Materiales del Casco .....	6
2.1.3 Timón y Accesorios .....	6
2.1.4 Materiales Auxiliares de Construcción del Casco .....	7
2.1.5 Preparación de Superficies .....	7
2.1.6 Pintura y Control de Corrosión .....	8
2.2 Concepto 2 Equipo, Armamento e Instalaciones .....	10
2.2.1 Equipo, armamento e instalaciones .....	10
2.2.2 Medios de Salvamento .....	10
2.2.3 Habitación de Alojamientos .....	11
2.2.4 Equipos de Fonda y Hotel .....	12
2.2.5 Equipos de Acondicionamiento en Alojamiento .....	12
2.2.7 Medios CI Convencionales .....	14
2.2.8 Equipos Convencionales de Servicio de la Carga .....	14
2.2.9 Instalación Eléctrica .....	15
2.2.10 Tuberías .....	15
2.2.11 Accesorios de Equipos, Armamento e instalaciones .....	16
2.3 Concepto 3 Maquinaria Auxiliar de Cubierta .....	18
2.3.1 Equipo de Gobierno .....	18
2.3.2 Equipo de Amarre y Fondeo .....	18
2.4 Concepto 4 Instalación Propulsora .....	19
2.4.1 Maquinaria Propulsora .....	19
2.4.2 Línea de Ejes .....	19
2.4.3 Hélice Propulsora .....	20
2.5 Concepto 5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión .....	21

2.5.1 Grupo Electrógeno.....	21
2.5.2 Alternador de cola.....	21
2.5.3 Equipo de Circulación, Refrigeración y Lubricación de la Planta Propulsora y Auxiliares .....	21
2.5.4 Equipos de Arranque Motores .....	21
2.5.5 Equipos de Manejo de combustible.....	21
2.5.6 Equipos de purificación.....	22
2.5.7 Equipos auxiliares del casco .....	22
2.5.8 Equipos Sanitarios.....	23
2.5.9 Varios.....	23
2.6 Concepto 6 Cargas y Respetos .....	25
2.6.1 Cargas y Respetos Reglamentarios .....	25
2.6.2 Respetos Especiales .....	25
2.7 Concepto 7 Instalaciones Específicas .....	26
2.7.1 Instalación frigorífica completa .....	26
2.7.2 Dispositivo de automatización y control reglamentario .....	26
2.7.3 Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra .....	27
2.7.4 Lastre fijo .....	27
2.7.5 Instalaciones y Equipos Específicos de Buques de Pesca .....	27
3. Mano de obra.....	31
3.1 Concepto 1 Casco.....	31
3.1.1 Chapas y perfiles de acero .....	31
3.1.2 Resto de materiales.....	31
3.1.3 Timón y accesorios.....	32
3.1.4 Materiales Auxiliares del casco .....	32
3.1.5 Preparación de superficies .....	32
3.1.6 Pintura y control de corrosión .....	32
3.2 Concepto 2 Equipo, Armamento e Instalaciones .....	33
3.2.1 Equipos de Fondeo, Amarre y Remolque .....	33

3.2.2 Medios de Salvamento .....	33
3.2.3 Habilitación de Alojamientos.....	33
3.2.4 Equipo de Fonda y Hotel .....	33
3.2.5 Equipo Acondicionamiento en Alojamientos .....	33
3.2.6 Equipos de Navegación y comunicación .....	33
3.2.7 Medios CI Convencionales .....	34
3.2.8 Equipo Convencionales de Servicio de Carga .....	34
3.2.9 Instalación Eléctrica.....	34
3.2.10 Accesorios, Equipos, Armamento e instalaciones.....	34
3.2.11 Tuberías.....	35
3.3 Concepto 3 Maquinaria Auxiliar de Cubierta .....	36
3.3.1 Equipo de gobierno.....	36
3.3.2 Equipo de fondeo y amarre .....	36
3.4 Concepto 4 Instalación Propulsora .....	37
3.4.1 Máquinas propulsoras .....	37
3.4.2 Línea de ejes .....	37
3.4.3 Hélices propulsora .....	37
3.5 Concepto 5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión .....	38
3.5.1 Grupos Electrógenos.....	38
3.5.2 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares .....	38
3.5.3 Equipo de arranque de motores .....	38
3.5.4 Equipo de manejo de combustible DO .....	39
3.5.5 Equipo de purificación .....	39
3.5.6 Equipos auxiliares de casco .....	39
3.5.7 Equipos sanitarios .....	39
3.5.8 Ventiladores y elementos de desmontaje en Cámara de Máquinas .....	40
3.6 Concepto 6 Cargos y Respetos .....	41
3.7 Concepto 7 Instalaciones Especiales .....	42

3.7.1 Equipos especiales del servicio de la carga refrigerada .....	42
3.7.2 Auxiliares de maniobra .....	42
3.7.3 Instalaciones y equipos especiales de Buques de pesca .....	43
3.8 Coste de la mano de obra .....	44
4. Coste Total.....	47
4.1 Coste de Construcción .....	47
4.2 Costes variables .....	48
4.3 Beneficios .....	49
4.4 Coste total del buque .....	49
5. Financiación del buque en construcción .....	50
5.1 Definición de ruta .....	50
5.2 Ayudas .....	50
5.3 Gastos vinculados a la hipoteca naval .....	50
5.3 Esquema de pagos .....	52
5.4 Gastos operativos anuales.....	52
5.4.1 Valor actual del buque (VAB) .....	52
5.4.2 Valor contable del buque (VCB) .....	52
5.4.3 Gastos fijos directos .....	52
5.4.4 Gastos variables directos .....	53
5.5 Amortizaciones .....	56
5.6 Cash Flow del proyecto.....	57
6. BIBLIOGRAFÍA .....	60

## 1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno procederemos a realizar el cálculo aproximado del coste de construcción del buque proyecto, por último se enunciarán las distintas opciones para la financiación del mismo.

Para realizar la estimación del coste de construcción del buque proyecto se seguirán las directrices dadas en el libro Proyectos de buques y Artefactos “Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque” , Por profesor Fernando Junco Ocampo.

Para realizar el presupuesto del buque se desglosa en las siguientes partidas:

- Equipos, materiales y gastos directos.
- Mano de obra.
- Gastos Generales.
- Primas y Desgravaciones.
- Beneficio.

El estudio se realizará para el buque proyecto cuyas características principales son:

<b>Lpp</b>	42 m	<b>Autonomia</b>	50 días
<b>B</b>	10,3 m	<b>Tripulantes</b>	19 personas
<b>Dcp</b>	4,6 m	<b>P rosca</b>	680 T
<b>Dcs</b>	6,9 m	<b>Δ diseño</b>	1170 T
<b>T</b>	4 m	<b>Vol. Bodegas</b>	600 m <sup>3</sup>
<b>Cb</b>	0,612	<b>Pot. MP</b>	1600 kW
<b>Velocidad</b>	13 nudos		

Tabla 1.1 Características del buque



## 2. COSTE MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS

### 2.1 Concepto 1 Casco

#### 2.1.1 Acero laminado

El coste unitario del acero naval laminado de calidad A por longitud y anchura es de 475 €/T. Para el acero de calidad D el coste unitario es de 530€/T.

El peso del acero lo obtenemos del Cuaderno 2 siendo 315 T. El peso neto del acero lo multiplicamos por 1.15, factor que tiene en cuenta los recortes y excesos de peso de laminación. Consideramos que de este peso el 5% será calidad D y el 95% de calidad A.

$$P_{aceroA} = 0,95 * 315 * 1,15 = 344,1 T$$

$$P_{aceroD} = 0,05 * 315 * 1,15 = 18,1 T$$

$$C_{Acero Laminado} = (475 * 344,1) + (530 * 18,1) = 173065 \text{ Euros}$$

#### 2.1.2 Resto de Materiales del Casco

Su coste puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{RM} = 4 * L_{escantillonado} * T_{escantillonado} = 4 * 41,13 * 4,6 = 193,2 \text{ Euros}$$

#### 2.1.3 Timón y Accesorios

El coste total se estima mediante la siguiente expresión función de las dimensiones del timón.

$$C_{Timón} = 40 * L_{Timon}^2 * H_{Timon}$$

Las dimensiones del timón son las correspondientes al Cuaderno 6.

$L_{TIMON}$  = longitud media dada su forma trapezoidal, 1,515 m

$H_{TIMON}$  = 3 m

$$C_{Timón} = 40 * 1,515^2 * 3 = 275,4 \text{ Euros}$$

#### 2.1.4 Materiales Auxiliares de Construcción del Casco

Se estima en 50 euros por tonelada de acero estructural.

$$C_{MACC} = 50 * 315 = 15750 \text{ Euros}$$

#### 2.1.5 Preparación de Superficies

Los costes unitarios para la preparación de superficies son:

- Coste unitario para imprimación es de 2 €/m<sup>2</sup>.
- Coste unitario para granallado de superficies exteriores es de 8 €/m<sup>2</sup>.
- Coste unitario para granallado de superficies interiores es de 15 €/m<sup>2</sup>.

La superficie de obra viva y obra muerta se calculan utilizando el diseño del buque desarrollado con el programa Maxsurf 20.

- Obra viva 595,13 m<sup>2</sup>
- Obra muerta 551,74 m<sup>2</sup>
- Superficie externa obra viva + obra muerta + superestructura = 1181,45 m<sup>2</sup>
- Superficie interna = 2 x superficie externa = 2362,9 m<sup>2</sup>

$$C_{PREPARACIÓN PSUPERFICIES} = (8 * 1181,45) + (15 * 2362,9) = 44895,1 \text{ Euros}$$

## 2.1.6 Pintura y Control de Corrosión

### Pintura Exterior del casco, Obra Viva:

- Coste unitario por micra de espesor para pintura convencional 0,013 €/m<sup>2</sup>\*μ.
- Espesor estándar 350 μ.

$$C_{Pintura Obra Viva} = 0,013 * 350 * 595,13 = 2707,8 \text{ Euros}$$

### Pintura Exterior del casco, Obra Muerta:

- Coste unitario por micra de espesor para pintura convencional 0,012 €/m<sup>2</sup>\*μ.
- Espesor estándar 185 μ.

$$C_{Pintura Obra Muerta} = 0,012 * 185 * 551,74 = 1224,9 \text{ Euros}$$

### Pintura Interior del casco:

- Coste unitario por micra de espesor para pintura convencional 0,011 €/m<sup>2</sup>\*μ.
- Espesor estándar 185 μ.

$$C_{Pintura Obra Viva} = 0,011 * 185 * 2362,9 = 4808,5 \text{ Euros}$$

### Pintura de tuberías:

Su coste se estima mediante, donde :

$$BHP = 1600/0,736 = 2308,4 \text{ hp}$$

K = 2,4 para pintura de clorocaucho

$$C_{PTU} = 0,18 * (0,057 * BHP + 0,18 * L) * K$$

$$C_{PTU} = 0,18 * (0,057 * 2308,4 + 0,18 * 42) * 2,4 = 60,1 \text{ Euros}$$

Galvanizado y Cementado:

El coste del galvanizado y cementado se estima que es un 7.5% del coste de la pintura.

$$C_{GAL} = 0,075 * (2707,8 + 1224,9 + 4808,5 + 60,1) = 660,1 \text{ Euros}$$

Protección Catódica:

El coste de la protección catódica puede calcularse a partir de la obra viva:

$$C_{PC} = 1,15 * Sm = 1,15 * 595,13 = 684,4 \text{ Euros}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{\text{Pintura y Control de Corrosión}} = \mathbf{101145,8 \text{ Euros}}$$

## 2.2 Concepto 2 Equipo, Armamento e Instalaciones

### 2.2.1 Equipo, armamento e instalaciones

- Anclas:

El coste de las anclas se basa en un coste unitario de 2500 €/t.

$$C_{Anclas} = 2500 * n^{\circ} anclas * peso = 23550 \text{ Euros}$$

- Cadenas y estachas

El coste de las cadenas, cables y estachas se estima mediante la siguiente expresión, donde:

k = 0.335 para acero de muy alta resistencia

d: 24 mm diámetro de la cadena

L<sub>c</sub>: 385 m, longitud de la cadena

$$C_{CCE} = 0,15 * K * d^2 * L_c$$

$$C_{CCE} = 0,15 * 0,335 * 24^2 * 385 = 11143,4 \text{ Euros}$$

El coste de los equipos de fondeo, amarre y remolque, es la suma de los costes por anclas y el coste por cadenas, cables y estachas.

$$C_{E \text{ Amarre Fonde Remolque}} = 34693,4 \text{ Euros}$$

### 2.2.2 Medios de Salvamento

- Botes Salvavidas:

Se estima con la expresión, donde K es 3000 para los botes de motor cerrados para 20 personas.

$$C_{BO} = K_{BO} * n^{\circ} tripulantes^{\frac{2}{3}} = 3000 * 19^{\frac{2}{3}} = 21361,1 \text{ Euros}$$

- Pescante para el bote de rescate:

Se estima con la expresión, donde K<sub>pb</sub> es 4000 para los botes de motor cerrados.

$$C_{PR} = K_{PR} * n^{\circ} tripulantes^{\frac{2}{3}} = 4000 * 19^{\frac{2}{3}} = 28481,5 \text{ Euros}$$

- Balsas salvavidas:

Se estima con la expresión, donde K es 1200 para balsas arriables para 9 personas.

$$C_{BS} = K_{BS} * n^{\circ} tripulantes^{\frac{1}{3}} = 1200 * 9^{\frac{1}{3}} = 2496,1 \text{ Euros}$$

- Varios:

Se estima el coste de chalecos, aros, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento:

$$C_{BS} = 2500 + 30 * n^{\circ} tripulantes = 3070 \text{ Euros}$$

El coste Total de Medios de Salvamento es la suma de los anteriores.

$$C_{Medios Salvamento} = 55408,6 \text{ Euros}$$

### 2.2.3 Habilitación de Alojamientos

Su costo puede estimarse con la fórmula, donde:

K<sub>H</sub> = coeficiente del nivel de calidad = 250 €/m<sup>2</sup>.

S<sub>H</sub> = superficie de la habilitación = 239,13 m<sup>2</sup>.

$$C_H = K_H * S_H = 59782,5 \text{ Euros}$$

### 2.2.4 Equipos de Fonda y Hotel

- Cocina y Oficinos:

El coste de la cocina y oficinas puede estimarse mediante la siguiente expresión, donde:

$$k_{co} = 420$$

N: número de personas = 19

$$C_{co} = K_{co} \times N = 420 \times 19 = 4750 \text{ Euros}$$

- Gambuzas Frigoríficas:

El coste de las gambuzas se obtiene a través de la siguiente expresión, donde:

V: volumen neto de las gambuzas 19,8 m<sup>3</sup>

$$C_{GA} = 1800 \times V_{GA}^{2/3} = 23760 \text{ Euros}$$

- Equipos de Lavandería y Varios:

Se estima con la expresión:

$$C_{LV} = 240 \times n^{\circ} \text{ tripulantes} = 240 \times 19 = 4560 \text{ Euros}$$

### 2.2.5 Equipos de Acondicionamiento en Alojamiento

- Equipo de aire acondicionado:

Se estima en 60 €/m<sup>2</sup> de habitación:

$$C_{AA} = 60 \times 239 = 14347,8 \text{ Euros}$$

- Ventilación mecánica:

Para sistemas de ventilación mecánica, independientes de los de aire acondicionado, se estima:

$$C_{VM} = 1055 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,215} + 12 * S_H^{0,25}$$

$$C_{VM} = 1055 * 1219^{0,215} + 12 * 239,13^{0,25} = 2034,13 \text{ €}$$

- Radiadores eléctricos:

Su coste viene dado por 72 €/persona.

$$C_{RE} = 72 * 19 = 1368 \text{ Euros}$$

## 2.2.6 Equipos de Navegación y Comunicaciones

Se estiman las siguientes partidas:

EQUIPO	COSTE
Compás magnético	2.200
Compás giroscópico	30.000
Piloto automático	6.000
Radar de movimiento verdadero	51.600
Radar de movimiento relativo	11.000
Radiogoniómetro	5.300
Receptor de cartas	4.700
Corredera	5.500
Sonda	4.000
Sistema de pesca	7200
Sistema de navegación por satélite	5.600
<b>TOTAL</b>	<b>133.100</b>

Tabla 2.1 Equipo de Navegación y comunicaciones



- Equipos auxiliares de la navegación:

Se estima en un 8% de la partida anterior, igual a 10648 Euros.

- Equipos de comunicaciones externas:

Su coste varía entre 48.000 € y 120.000 €. Se supone un coste de 85000 Euros.

- Comunicaciones internas:

El coste de las comunicaciones internas incluye altavoces, teléfonos autogenerados y teléfonos automáticos, con un coste de 15000 Euros.

### 2.2.7 Medios CI Convencionales

El coste de medios contraincendios en Cámara de Maquinas, cuando no atienden también las necesidades de bodegas, donde:

$L_{CM}$ : eslora de la cámara de máquinas, igual a 10,2 m.

$D_{CM}$ : altura de la cámara de máquinas, igual a 4,6 m.

$$C_{CI} = 8,4 * L_{CM} * B * D_{CM} = 8,4 * 10,8 * 10,3 * 4,6 = 4298,3 \text{ Euros}$$

### 2.2.8 Equipos Convencionales de Servicio de la Carga

- Chigres y sus Equipos de Accionamiento:

El coste de cada maquinilla de carga, con su tambor de amantillo, donde  $T_{mo}$  es 3 T.

$$C_{mo} = 7200 * T_{mo}^{0,95} = 20445,5 \text{ Euros}$$

- Grúas de carga:

El coste de cada grúa puede estimarse mediante la siguiente fórmula, donde:

SWL: capacidad de izado, igual a 4,64 t.

L<sub>GC</sub>: alcance de la grúa, igual a 10 m.

$$C_{GP} = 2520 * SWL^{0,765} * L_{GC}^{0,85} = 2520 * 4,64^{0,765} * 10^{0,85} = 57714,75 \text{ Euros}$$

- Cierres de escotillas en la cubierta superior:

El coste de cada grúa puede estimarse mediante la siguiente fórmula, donde:

$$C_{ES} = 61 * L_{ES} * B_{ES}^{1,77}$$

	Eslora	Manga	Coste
Escotilla del copo	2,72	2,72	975,18
escotilla de bodega cub superior	2,3	2,3	612,80
escotilla de bodega cub principal	2,3	2,3	612,80
Total Cierre Escotillas	2200,8		

Tabla 2.2 Equipo de Navegación y comunicaciones

## 2.2.9 Instalación Eléctrica

Su coste puede estimarse mediante la siguiente ecuación, donde la potencia instalada es 1400 kW.

$$C_{IE} = 480 * 1400^{0,77} = 126987,2 \text{ Euros}$$

## 2.2.10 Tuberías

Se estima con la expresión, siendo:

Lm: eslora cámara de máquinas = 10,8 m.

Bm: manga de cámara de máquinas = 10,3 m.

Dm: puntal cámara de maquinas = 4,6 m.

L: eslora escantillonado buque = 41,13 m.

kt: valor que depende del tipo de combustible = 5.7

BHP: potencia servicio = 2173,9 CV

Qb: volumen bodega = 600 m<sup>3</sup>

SH: .rea habitación = 239,13 m<sup>2</sup>

$$C_{TU} = 2.705 * (0,015 * L_{CM} * B * D_{CM} + 0,18 * L) + K_t * BHP + 1,5 * (3 * L_{CM} * B * D_{CM} + Q_B + 4 * S_H)$$

$$C_{TU} = 57817,3 \text{ Euros}$$

### 2.2.11 Accesorios de Equipos, Armamento e instalaciones

- Puertas metálicas, ventanas y portillos

Se estima con la expresión:

$$C_{PVP} = 2.705 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,48} = 2.705 * 19^{0,48} = 11116,5 \text{ Euros}$$

- Escaleras, pasamanos y candeleros

$$C_{EPC} = 22,2 * L^{1,16} = 22,2 * 42 = 1695,6 \text{ Euros}$$

- Escotillas de acceso, lumbreras y registros

$$C_{ELR} = 12,6 * L^{1,5} = 12,6 * 42^{1,5} = 3429,6 \text{ Euros}$$

- Accesorios de fondeo y amarre

$$C_{AFA} = e^{3,1} * 6 * (L * (B + D))^{0,815} = e^{3,1} * 6 * (42 * (10,3 + 6,9))^{0,815} = 28468,7 \text{ Euros}$$

- Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

$$C_{ERP} = 2.000 + 1.350 * (D - 0,03 * L) * N_{ER}$$

Siendo  $N_{ER}$  el número de escalas reales, igual a 1.

$$C_{ERP} = 2.000 + 1.350 * (6,9 - 0,03 * 42) * 1 = 9614 \text{ Euros}$$

- Toldos, fundas y accesorios de estiba de respeto

$$C_{TF} = 40 * (L * (B + D))^{0,68} = 40 * (42 * (10,3 + 6,9))^{0,68} = 3515,84 \text{ Euros}$$

El Coste Total de Equipos, Armamentos e Instalaciones.

$$C_{ECC} = 57840,29 \text{ Euros}$$

## 2.3 Concepto 3 Maquinaria Auxiliar de Cubierta

### 2.3.1 Equipo de Gobierno

El coste del servomotor se estima con la expresión, siendo M el par del servo en tn\*m. Atendiendo al cálculo realizado en el Cuaderno 6, el par del servo será igual a 5,20 tn\*m.

$$C_{SM} = 3.700 * M^{2/3} = \mathbf{11105,5 \text{ Euros}}$$

### 2.3.2 Equipo de Amarre y Fondeo

- Molinete:

Siendo N<sub>MO</sub> el número de molinetes (2) y d el diámetro de la cadena, igual a 24 mm.

$$C_{MO} = 300 * N_{MO} * d^{1,3} = 37361,3 \text{ Euros}$$

- Cabrestantes:

Siendo T<sub>CB</sub> el tiro del cabrestante, en toneladas.

$$C_{CB} = 2.250 * 6^{1,6} = 39557 \text{ Euros}$$

El Coste Total de Equipo de Amarre y Fondeo.

$$\mathbf{C_{ECC} = 76918 \text{ Euros}}$$

## 2.4 Concepto 4 Instalación Propulsora

### 2.4.1 Maquinaria Propulsora

Para un motor propulsor Wärtsilä 8L20, donde:

$N_C$ : número de cilindros, igual a 8.

$D_C$ : diámetro cilindros, igual a 200 mm.

RPM: revoluciones del motor, igual a 900.

$$C_{MP} = 40 * N_C^{0,85} * \frac{D_C^{2,2}}{RPM^{0,75}} = 164539,7 \text{ Euros}$$

### 2.4.2 Línea de Ejes

- Acoplamiento

$$C_{AC} = 1.700 * \frac{BHP}{RPM} = 1.700 * \frac{1600}{(900 * 0,736)} = 4106,3 \text{ Euros}$$

- Reductor

$$C_{RE} = 25.000 * \text{Peso reductor}^{0,5} = 25.000 * 4,85^{0,5} = 55056,8 \text{ Euros}$$

- Ejes y chumaceras

$$C_{EC} = 3,6 * BHP = 3,6 * \frac{1.600}{0,736} = 7826,1 \text{ Euros}$$

- Bocina y cierre

$$C_{BC} = 7,515 * BHP^{0,85} = 7.515 * \left(\frac{1.600}{0,736}\right)^{0,85} = 5159,2 \text{ Euros}$$

- Freno y torsiómetro

Se estiman en 12.700 Euros.

### 2.4.3 Hélice Propulsora

Se estiman con la siguiente fórmula, siendo K1 700 y K2 0,44 para hélices de paso variable y Nh número de hélices.

$$C_{HP} = K1 + K2 * BHP * Nh = 1656,5 \text{ Euros}$$

El Coste Total de la Instalación Propulsora.

$$C_{IP} = 251044,5 \text{ Euros}$$

## 2.5 Concepto 5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión

### 2.5.1 Grupo Electrónico

Se estima esta partida en 15000 €.

### 2.5.2 Alternador de cola

$$C_{AC} = 24.000 * \left( \frac{kW}{RPM} \right)^{2/3} = 24.000 * \left( \frac{310}{1500} \right)^{2/3} = 8389,3 \text{ Euros}$$

### 2.5.3 Equipo de Circulación, Refrigeración y Lubricación de la Planta Propulsora y Auxiliares

Donde:

K<sub>1</sub>: igual a cero, al no llevar enfriador central de titanio.

K<sub>2</sub>: igual a 2,4 para motores de 4 tiempos.

$$C_{EC} = 6 * (K_1 + K_2) * BHP = 31304 \text{ Euros}$$

### 2.5.4 Equipos de Arranque Motores

Donde:

N<sub>CO</sub>: número de compresores, igual a 2.

Q<sub>CO</sub>: capacidad de los compresores, igual a 2,84 m<sup>3</sup>/h.

$$C_{CO} = 78 * N_{CO} * Q_{CO} = 443 \text{ Euros}$$

### 2.5.5 Equipos de Manejo de combustible

Se estima con la siguiente fórmula.

$$C_{DO} = 44 * N_{BD} * Q_{BD} + 2,1 * BHP = 44 * 4 * 5 + 2,1 * 2173,9 = 880 \text{ Euros}$$



### 2.5.6 Equipos de purificación

- Purificadoras centrífugas de aceite y combustible, con sus calentadores

Su coste se puede estimar con la siguiente fórmula, siendo:

$N_{PA}$ : número de purificadoras de aceite, igual a 1.

$N_{PD}$ : número de purificadoras de diésel, igual a 2.

$Q_{PA}$ : caudal unitario de la purificadora de aceite, igual a 0,383 m<sup>3</sup>/h.

$Q_{PD}$ : caudal unitario de la purificadora de diésel, igual a 0,919 m<sup>3</sup>/h.

$K_1$ : coeficiente igual a 1.

$$C_{PU} = 10.000 * N_{PA} * Q_{PA} * K_1 + 4.750 * N_{PD} * Q_{PD} * K_1 = 12560,5 \text{ Euros}$$

- Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames

Su coste se estima en 1500 €.

### 2.5.7 Equipos auxiliares del casco

- Bombas de CI, lastre, servicio, servicios generales y sus sentinas

Se estima con la expresión, siendo:

$Q_{BS}$ : caudal de la bomba de sentinas, igual a 0 m<sup>3</sup>/h.

$Q_{BC}$ : caudal de la bomba de contraincendios, 2 de 40 m<sup>3</sup>/h.

$K_1$ : coeficiente igual a 2, por que  $GT < 1000$ .

$K_2$ : coeficiente igual a 2.

$K_3$ : coeficiente igual a 0.

$K_4$ : coeficiente igual a 0.

$$C_{BO} = 600 * K_1 * Q_{BS}^{1/3} + 960 * K_2 * Q_{BC}^{1/3} + 960 * K_3 * Q_{BC}^{1/3} + 1.100 * K_4 * Q_{BS}^{1/3}$$

$$C_{BO} = 6566,3 \text{ Euros}$$

- Separador de sentinas con bombas y alarmas

$K_{SS}$ : 0, ya que no hay control automático de las descargas

GT: 832,6 (Cuaderno 9).

$$C_{SS} = 156 * GT^{0,5} + 5.100 * K_{SS} = 4501,6 \text{ Euros}$$

### 2.5.8 Equipos Sanitarios

- Generador de agua dulce

Siendo:

$Q_{GA}$ : caudal del generador, igual a 4,4 t/día.

$$C_{GA} = 1.380 * Q_{GA} = 6072 \text{ Euros}$$

- Grupos hidrófobos

$$C_{GH} = 660 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,5} = 660 * 19^{0,5} = 2876,9 \text{ Euros}$$

- Planta de tratamiento de aguas fecales

$$C_{AF} = 2.640 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,4} = 2.640 * 19^{0,4} = 8572,5 \text{ Euros}$$

### 2.5.9 Varios

- Ventiladores de cámara de máquinas

Siendo:

$N_V$ : número de ventiladores, igual a 2.

$Q_V$ : capacidad de cada ventilador, igual a 18000 m<sup>3</sup>/h.

$K_f$ : coeficiente igual a 0 para fuel oil.

$$C_{VCM} = 7,5 * N_V * Q_V^{0,5} + 5,52 * K_f * BHP^{0,5} = 6072 \text{ Euros}$$

- Equipo de desmontaje

Siendo  $K_{ED}$  un coeficiente igual a 1 para una viga carril.

$$C_{ED} = 0,84 * K_{ED} * BHP = 1826 \text{ Euros}$$

- Taller de máquinas

Se estima en 6.000 €.

El Coste Total de Maquinaria Auxiliar de la propulsión.

$$C_{MAP} = 133732,5 \text{ Euros}$$

## 2.6 Concepto 6 Cargas y Respetos

### 2.6.1 Cargas y Respetos Reglamentarios

Su coste esta normalmente incluido en el de los correspondientes equipos, por lo que no hay que considerarlo por separado.

### 2.6.2 Respetos Especiales

El coste de la hélice de respeto debe basarse en el peso y precio unitario de la de servicio, dado que ambas suelen ser idénticas.

El coste de la pala de repuesto de la hélice de paso variable:

$$C_{PR} = 4,8 * BHP^{2/3} = 805,5 \text{ Euros}$$

El coste del eje de cola de respeto puede estimarse:

$$C_{ER} = 2,4 * BHP = 5217,4 \text{ Euros}$$

El Coste Total de Cargas y Respetos.

$$C_{ECC} = 6021 \text{ Euros}$$

## 2.7 Concepto 7 Instalaciones Específicas

### 2.7.1 Instalación frigorífica completa

- Planta frigorífica de conservación

Se estima con la expresión:

$$C_{PF} = 1.200 * Q_B^{2/3} = 1.200 * 600^{2/3} = 85365 \text{ Euros}$$

- Aislamiento de bodegas frigoríficas

Siendo K<sub>AB</sub> igual a 1220 para arrastreros congeladores.

$$C_{AB} = K_{AB} * Q_B^{2/3} = 86788 \text{ Euros}$$

- Planta frigorífica de congelación

Se estima con la expresión, siendo Q<sub>C</sub> igual a 20 T/día por medio de 2 túneles de congelación.

$$C_{PF} = 1.200 * Q_B^{2/3} = 1.200 * 600^{2/3} = 322811,5 \text{ Euros}$$

- Aislamiento de bodegas congelación

Siendo Q<sub>C</sub> igual a 20 T/día por medio de 2 túneles de congelación.

$$C_{AB} = K_{AB} * Q_B^{2/3} = 96000 \text{ Euros}$$

### 2.7.2 Dispositivo de automatización y control reglamentario

- Dispositivos de automatización y control reglamentarios

Siendo K<sub>1</sub> un coeficiente igual a 1 para dispositivos de automatización sólo para navegación libre.

$$C_{ACR} = 3.240 * K_1 * BHP^{1/3} = 41972 \text{ Euros}$$

- Otros dispositivos de automatización y control

Se estiman en 12.000 €

### 2.7.3 Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra

- Hélice de empuje transversal

Siendo BHP<sub>T</sub> la potencia del propulsor de proa, igual a 180 bp.

$$C_{HET} = 900 * BHP_T^{0,73} = 39865 \text{ Euros}$$

- Tobera Fija

Diámetro de la tobera fija 3 m.

$$C_T = 5100 * Dt^{2,75} = 104629,4 \text{ Euros}$$

### 2.7.4 Lastre fijo

Situamos 20 T de lastre fijo de 4Tm3.

$$C_{Lastre} = 360 * 20 = 7200 \text{ Euros}$$

### 2.7.5 Instalaciones y Equipos Específicos de Buques de Pesca

- Maquinillas de Arrastre

Incluye accionamiento hidráulico, donde

Tma: 14,6 T, tracción máxima

Vma: 117 m/min velocidad de la maquinilla

$$C_{ma} = 85 * T_{ma} * V_{ma} = 145197 \text{ Euros}$$

- Tambor de red

Ttr: 12 T, tracción máxima

Vtr: 42 m/min velocidad de tambor red

Ntr: 1 tambor red

$$C_{ma} = 60 * T_{tr} * V_{tr} * N_{tr} = 42840 \text{ Euros}$$

- Parque de pesca

Nmd: 1 nº de maquinas descabezadoras

Nmf: 1 nº de maquinas fileteadoras

Nmp: 2 nº de maquinas desolladoras

$$C_{ma} = 20100 \cdot N_{md} + 75600 \cdot N_{mf} + 30000 \cdot N_{mp} = 155700 \text{ Euros}$$

- Sondas de red

Se estima el coste en 12000 euros.

- Sondas de pesca

Se estima el coste 17000 euros.

El Coste Total de Instalaciones Especiales.

$$C_{ECC} = 1169368,5 \text{ Euros}$$

Tabla resumen del coste de Materiales y Gastos directos.

EQUIPOS MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS	
<b>Concepto 1. Casco</b>	
Acero laminado	173.064,94 €
Resto de materiales del casco	193,20 €
Timón y accesorios	275,43 €
Materiales auxiliares de construcción del casco	15.750,00 €
Preparación de superficies	44.895,10 €
Pintura y control de corrosión	10.145,81 €
<b>TOTAL</b>	<b>244.324,47 €</b>
<b>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</b>	
Equipo de fondeo, amarre y remolque	34.693,44 €
Medios de salvamento	57.904,77 €
Habilitación	59.782,50 €
Equipos de fonda y hotel	33.070,00 €
Equipos de acondicionamiento en alojamientos	17.749,93 €
Equipo de navegación y comunicaciones	264.748,00 €
Medios CI convencionales	4.298,31 €
Equipos convencionales de servicio de la carga	80.361,04 €
Instalación eléctrica	126.987,16 €
Tubería	57.817,34 €
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	57.840,29 €
<b>TOTAL</b>	<b>795.252,80 €</b>

Tabla 2.3.1 Equipo Materiales y gastos directos



<b>Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta</b>	
Equipos de gobierno	11.105,48 €
Equipo de fondeo y amarre	76.918,74 €
<b>TOTAL</b>	<b>88.024,22 €</b>
<b>Concepto 4. Instalación propulsora</b>	
Máquina propulsora	164.539,66 €
Línea de ejes	84.848,39 €
Hélice propulsora de paso variable	1.656,52 €
<b>TOTAL</b>	<b>251.044,56 €</b>
<b>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión</b>	
Grupos electrógenos	15.000,00 €
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta	31.304,35 €
Generador de cola	8.389,28 €
Equipo de arranque de motores	443,04 €
Equipo de manejo de combustible	5.445,22 €
Equipo de purificación	14.060,50 €
Equipo de auxiliar de casco	11.067,66 €
Equipos sanitarios	17.521,33 €
Varios	9.838,55 €
<b>TOTAL</b>	<b>113.069,93 €</b>
<b>Concepto 6. Cargos y respetos</b>	
Cargos y respetos no reglamentarios	6.022,90 €
<b>TOTAL</b>	<b>6.022,90 €</b>
<b>Concepto 7. Instalaciones especiales</b>	
Instalación frigorífica	590.965,19 €
Instalación y equipos de automatización, telecontrol y alarmas	53.971,94 €
Sistemas auxiliares de maniobra	144.494,34 €
Lastre fijo	7200
Instalaciones y equipos especiales de pesca	372.737,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.169.368,48 €</b>
<b>TOTAL EQUIPOS, MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS</b>	<b>2.667.107,36 €</b>

Tabla 2.3.2 Equipo Materiales y gastos directos

### 3. MANO DE OBRA

En este punto vamos a desarrollar las distintas partidas que corresponden a las horas necesarias para la mano de obra. Para ello utilizaremos fórmulas similares a las empleadas para los costes de los equipos y materiales. Una vez conocidas las horas totales podremos, aplicando el coste/hora adecuado, estimar el cote de la mano de obra.

#### 3.1 Concepto 1 Casco

##### 3.1.1 Chapas y perfiles de acero

El número de horas de mano de obra necesarias pueden ser estimadas por medio de una fórmula que atiende a factores como los que siguen:

$K_{BA} = 70$  h/t neta. Es un valor próximo al medio del rango habitual. Índice de mano de obra del casco. I.

$P_{AC} = 315$  t. Peso neto de acero en toneladas.

$K_F = 0,3$ . Valor propuesto para el índice de coeficiente de forma.

$C_F = 0,6$ . Coeficiente de forma = Coeficiente de bloque del buque.

$K_B = 0,04$ . Índice del bulbo.

$K_E = 0,5$ . Índice de complejidad de acero especial.

$C_E = 0,0$ . Coeficiente de peso de acero especial, referido al peso total de acero. No se considera acero especial.

$K_C = 0,05$ . Coeficiente de número de cubiertas.

$N_C = 3$ . Número de cubiertas fuera de la cámara de máquinas y zonas extremas.

$$H_{AC} = K_{BA} * P_{AC} * (1 + K_F * (1 - C_F)) * (1 + K_B) * (1 + K_E * C_E) * (1 + K_C * (N_C - 1))$$

$$H_{AC} = 28252 \text{ horas}$$

##### 3.1.2 Resto de materiales

donde:

$K_1 = 1$  por tener una sola hélice.

$L = 41,13$  m, eslora de escantillonado

$H = 4,6$  m, calado de escantillonado

$$H_{RM} = 25 + 30 * L^{1/3} * H * K_1 = 501 \text{ Euros}$$

### 3.1.3 Timón y accesorios

$$H_{TI} = 100 * n^{\circ} \text{ timones} * L_{Timón} * H_{Timón} = 100 * 1 * 1,55 * 3 = 465 \text{ horas}$$

### 3.1.4 Materiales Auxiliares del casco

Normalmente este concepto no lleva horas de trabajo asociadas.

### 3.1.5 Preparación de superficies

Se estima en 0,02 horas por metro cuadrado de superficie a pintar:

$$H_{PS} = 0,02 * S_T = 0,02 * 3544,35 = 71 \text{ horas}$$

### 3.1.6 Pintura y control de corrosión

Donde:

S<sub>OM</sub>: superficie de la obra muerta, igual a 551,74 m<sup>2</sup>.

N<sub>OM</sub>: número de manos de pintura en la obra muerta, igual a 3.

S<sub>OV</sub>: superficie de la obra viva, igual a 595,13m<sup>2</sup>.

N<sub>OV</sub>: número de manos de pintura en la obra viva, igual a 4.

S<sub>I</sub>: superficie interior, igual a 2363,9vm<sup>2</sup>.

N<sub>I</sub>: número de manos de pintura en la superficie interior, igual a 2.

$$H_{PI} = 0,25 * S_{OM} + (1 + 0,3 * N_{OM}) + 0,35 * S_{OV} * \frac{N_{OV}}{4} + 0,4 * S_I * N_I = 2238 \text{ horas}$$

Las horas totales estimadas totales de dedicación al casco.

$$C_{ECC} = 31528 \text{ horas}$$

## 3.2 Concepto 2 Equipo, Armamento e Instalaciones

### 3.2.1 Equipos de Fondeo, Amarre y Remolque

Se estima con la expresión:

$$H_{EFA} = 27 * n^{\circ} \text{ anclas} * \text{peso ancla}^{0,4} = 27 * 3 * 3,14^{0,4} = 128 \text{ horas}$$

### 3.2.2 Medios de Salvamento

$$H_{MS} = 300 + 1,15 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 300 + 1,15 * 19 = 322 \text{ horas}$$

### 3.2.3 Habitación de Alojamientos

Se estima en 16 h/m<sup>2</sup> de habitación:

$$H_H = 16 * S_H = 16 * 239,13 = 3826 \text{ horas}$$

### 3.2.4 Equipo de Fonda y Hotel

Se estima en 115 horas por tripulante:

$$H_{FH} = 115 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 115 * 19 = 2185 \text{ horas}$$

### 3.2.5 Equipo Acondicionamiento en Alojamientos

Se estima en 2 h/m<sup>2</sup> de habitación:

$$H_{EA} = 2 * S_H = 2 * 239,13 = 478 \text{ horas}$$

### 3.2.6 Equipos de Navegación y comunicación

Se estima con la expresión:

$$H_{NC} = 330 * (n^{\circ} \text{ equipos} - 6) = 330 * (11 - 6) = 1650 \text{ horas}$$

### 3.2.7 Medios CI Convencionales

$$H_{CI} = 5,5 * L = 5,5 * 41,13 = 226 \text{ horas}$$

### 3.2.8 Equipo Convencionales de Servicio de Carga

- Grúas de carga y descarga

Donde:

N<sub>GC</sub>: número de grúas de carga, igual a 1.

SWL: capacidad de izado, igual a 4,64 T.

$$H_{GC} = 290 * N_{GC} * SWL^{\frac{1}{3}} = 484 \text{ horas}$$

- Cierre de escotillas

Siendo S<sub>E</sub> la superficie total de las escotillas, igual a 35,38 m<sup>2</sup>.

$$H_{CE} = 460 * S_E^{1/3} = 1510 \text{ horas}$$

### 3.2.9 Instalación Eléctrica

Donde:

Sh: área de la habitación.

Potencia instalada en kW.

$$H_{IE} = 4 * S_H + 6 * potencia instalada = 9537 \text{ horas}$$

### 3.2.10 Accesorios, Equipos, Armamento e instalaciones

Donde:

NBO: número de botes de servicio, igual a 1.

NPB: número de pescantes de botes, igual a 1.

NGM: número de grúas en cámara de máquinas, igual a 1.

$$H_{AEA} = 80 * n^{\circ} tripulantes + 56 * (L - 15) + 0,9 * L * (B + D) + 2 * L + 50 * N_{BO} + 100 * N_{PB} + 100 * N_{GM}$$

$$H_{AEA} = 3867 \text{ horas}$$

### 3.2.11 Tuberías

Siendo BHP la potencia en hp.

$$H_{TU} = 11 * BHP^{0,85} = 7552 \text{ horas}$$

Las horas totales estimadas totales de dedicación al equipo de armamento e instalaciones.

$$C_{ECC} = 31765 \text{ horas}$$

### 3.3 Concepto 3 Maquinaria Auxiliar de Cubierta

#### 3.3.1 Equipo de gobierno

Se estima con la expresión:

$$H_{EG} = 33 * L^{2/3} = 33 * 129.284^{2/3} = 393 \text{ horas}$$

#### 3.3.2 Equipo de fondeo y amarre

Siendo:

N<sub>M</sub>: número de molinetes, igual a 2.

N<sub>CA</sub>: número de cabrestantes, igual a 2.

N<sub>MA</sub>: número de maquinillas de amarre, igual a 1.

$$H_{FA} = L * (1,75 * N_M + 1,6 * N_{CA} + 1,7 * N_{MA}) = 345 \text{ horas}$$

Las horas totales estimadas totales de dedicación al maquinaria auxiliar de cubierta.

$$C_{ECC} = 739 \text{ horas}$$

### 3.4 Concepto 4 Instalación Propulsora

#### 3.4.1 Máquinas propulsoras

$$H_{MP} = 10 * BHP^{\frac{2}{3}} = 1678 \text{ horas}$$

#### 3.4.2 Línea de ejes

Donde:

K<sub>LE</sub>: coeficiente igual a 0,85 para un motor con reductor.

N<sub>LE</sub>: número de líneas de ejes, igual a 1.

$$H_{LE} = K_{LE} * BHP * N_{LE} = 1848 \text{ horas}$$

#### 3.4.3 Hélices propulsora

Donde:

K<sub>1</sub>: coeficiente igual a 700 para hélices de paso variable.

K<sub>2</sub>: coeficiente igual a 0,44 para hélices de paso variable.

N<sub>H</sub>: número de hélices, igual a 1.

$$H_{HP} = K_1 + K_2 * BHP * N_{HP} = 1657 \text{ horas}$$

Las horas totales estimadas totales de dedicación a la Instalación Propulsora.

$$C_{ECC} = 5183 \text{ horas}$$



### 3.5 Concepto 5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión

#### 3.5.1 Grupos Electrógenos

Se estima con la expresión, donde:

$N_{GD}$ : número de generadores diésel, igual a 2.

kW: potencia de cada generador, igual a 116 kW.

$$H_{GD} = 52 * N_{GD} * kW^{0,43} = 803 \text{ horas}$$

#### 3.5.2 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares

- Servicio a motor principal:

Se estima con la expresión, donde:

$N_M$ : número de motores, igual a 1.

$K_{CRL}$ : coeficiente igual a 2.250 para motores de 4 tiempos.

$$H_{CRL} = N_M * (K_{CRL} + 0,18 * BHP) = 2641 \text{ horas}$$

#### 3.5.3 Equipo de arranque de motores

Donde:

$N_{CO}$ : número de compresores, igual a 2.

$Q_{CO}$ : capacidad de los compresores, igual a 2,84 m<sup>3</sup>/h.

$$H_{AM} = N_{CO} * (40 + 3,5 * Q_{CO}) = 100 \text{ horas}$$

### 3.5.4 Equipo de manejo de combustible DO

Se estima con la expresión, siendo  $K_{CO}$  un coeficiente igual a 0,13 para combustible no pesado.

$$H_{MC} = K_{MC} * BHP = 283 \text{ horas}$$

### 3.5.5 Equipo de purificación

Se estima con la expresión, donde:

$K_{EP}$ : coeficiente igual a 90 para combustible no pesado.

$N_{PA}$ : número de purificadoras de aceite, igual a 1.

$N_{PD}$ : número de purificadores diésel, igual a 2.

$$H_{EP} = (K_{EP} + 0,56 * BHP) * (N_{PA} + N_{PD}) = 635 \text{ horas}$$

### 3.5.6 Equipos auxiliares de casco

$$H_{AC} = 420 + 0,47 * L * (B + D) = 420 + 0,47 * 129,284 * (20 + 13,5) = 708 \text{ horas}$$

### 3.5.7 Equipos sanitarios

Donde:

$K_1$ : coeficiente igual a 1 por disponer de 1 generador de agua dulce.

$K_2$ : coeficiente igual a 1 por disponer de 1 grupo hidrófobo.

$K_3$ : coeficiente igual a 1 por disponer de una planta de tratamiento de aguas fecales.

$Q_A$ : capacidad del generador de agua dulce, igual a 4,4 tn/día.

$$H_{ES} = K_1 * (280 + 8 * Q_A) + K_2 * (200 + 3,5 * n^{\circ} \text{ tripulantes}) + K_3 * (410 + 3,9 * n^{\circ} \text{ tripulantes})$$

$$H_{ES} = 1066 \text{ horas}$$

### 3.5.8 Ventiladores y elementos de desmontaje en Cámara de Máquinas

Siendo kW<sub>A</sub> la potencia instalada de la grúa carril, igual a 950 kW

$$H_{VA} = kW_A + 0,005 * BHP = 961 \text{ horas}$$

Las horas totales estimadas totales de dedicación a la Maquinaria Auxiliar de la Propulsión.

$$C_{ECC} = 7198 \text{ horas}$$

### 3.6 Concepto 6 Cargos y Respetos

Las horas totales del concepto se estiman en, donde

K<sub>1</sub>: coeficiente igual a 0,8 para motores de cuatro tiempos.

K<sub>2</sub>: coeficiente igual a 0 al no llevar hélice ni eje de cola de respeto.

$$H_{CPR} = K_1 * BHP^{\frac{2}{3}} + 2 * L + K_2 = 217 \text{ horas}$$

### 3.7 Concepto 7 Instalaciones Especiales

#### 3.7.1 Equipos especiales del servicio de la carga refrigerada

- Planta frigorífica de conservación:

El coste de las horas para instalar este equipo viene incluido en la partida de equipos y materiales. Las horas de auxilio que ejerce el Astillero son las siguientes:

$Q_b = 600 \text{ m}^3$  Capacidad de bodegas frigoríficas.

$$H_{pf} = 5,2 \cdot Q_b^{\frac{2}{3}} = 370 \text{ horas}$$

- Planta frigorífica de congelación:

El coste de las horas para instalar este equipo viene incluido en la partida de equipos y materiales. Las horas de auxilio que ejerce el Astillero son las siguientes:

$Q_c = 40 \text{ t/día}$ . Capacidad de congelación en un día. Por medio de 2 túneles de congelación de 20 t/día cada uno

$$H_{pf} = 45 \cdot Q_c^{\frac{2}{3}} = 526,3 \text{ horas}$$

Aislamiento de bodegas frigoríficas y túneles de congelación. Las horas de trabajo quedan recogidas en las partidas de los equipos y materiales.

#### 3.7.2 Auxiliares de maniobra

- Hélice de proa:

Se estima con la expresión, donde  $BHP_T$  es la potencia de la hélice de proa, igual a 180 hp.

$$H_{HPR} = 14,5 * BHP_T^{0,7} = 550 \text{ horas}$$

- Tobera fija:

Siendo el diámetro de la tobera 3 m, se estima:

$$H_T = 22 * D^{2,8} = 476,8 \text{ horas}$$

### 3.7.3 Instalaciones y equipos especiales de Buques de pesca

- Maquinillas de Arrastre:

K<sub>ma</sub> = 30. Valor del coeficiente para buques de arrastre.

L = 41,13 m.

$$H_{ma} = K_{mp} \cdot \frac{L^2}{3} = 357 \text{ horas}$$

- Tambor de red:

$$H_{tr} = 20 \cdot \frac{L^2}{3} = 238 \text{ horas}$$

- Parque de pesca:

Las horas de trabajo quedan recogidas en las partidas de los equipos y materiales.

- Sonares de pesca:

Podemos estimar en 100 el número de horas.

- Sondas de red:

Podemos estimar en 50 el número de horas.

Las horas totales estimadas de dedicación a las instalaciones especiales.

$$C_{ECC} = 2669 \text{ horas}$$

### 3.8 Coste de la mano de obra

Hasta ahora hemos estimado el número de horas de mano de obra a emplear en la construcción del buque.

Para calcular el coste correspondiente hay que multiplicar las horas estimadas por el coste de la hora de mano de obra.

En este apartado se engloban los siguientes conceptos:

- Sueldos totales anuales del personal que, por cargar sus horas al buque, se considera mano de obra directa.
- Cargas sociales anuales del personal citado.
- Gastos indirectos del astillero, que incluyan todos los que se carguen al buque.
- Horas totales anuales de obra directa que se carguen al buque.

Debido a estos conceptos, se considerará un valor para la mano de obra igual a 30 €/h.

A continuación, se adjunta un tabla donde se muestra las horas y su coste dividido por conceptos analizados.

MANO DE OBRA	HORAS	COSTE
<b><u>Concepto 1. Casco</u></b>		
Acero laminado	28.252	847566,7
Resto de materiales del casco	501	15040,7
Timón y accesorios	465	13950,0
Preparación de superficies	71	2126,6
Pintura y control de corrosión	2.238	67153,5
<b>TOTAL</b>	<b>31.528</b>	<b>945838</b>
<b><u>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</u></b>		
Equipo de fondeo, amarre y remolque	128	3840,4
Medios de salvamento	322	9655,5
Habilitación	3.826	114782,4
Equipos de fonda y hotel	2.185	65550,0
Equipos de acondicionamiento en alojamientos	478	14347,8
Equipo de navegación y comunicaciones	1.650	49500,0
Medios CI convencionales	226	6786,5
Equipos convencionales de servicio de la carga	1.994	59814,3
Instalación eléctrica	9.537	286095,6
Tubería	7.552	226553,0
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	3.867	116012,8
<b>TOTAL</b>	<b>31.765</b>	<b>952938</b>
<b><u>Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta</u></b>		
Equipos de gobierno	393	11796,2
Equipo de fondeo y amarre	345	10364,8
<b>TOTAL</b>	<b>739</b>	<b>22161</b>
<b><u>Concepto 4. Instalación propulsora</u></b>		
Máquina propulsora	1.678	50344,2
Línea de ejes	1.848	55434,8
Hélice propulsora de paso variable	1.657	49695,7
<b>TOTAL</b>	<b>5.182</b>	<b>155475</b>

Tabla 3.1.1 Coste de la mano de obra



<b><u>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión</u></b>		
Grupos electrógenos	803	24091,9
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta	2.641	79239,1
Equipo de arranque de motores	100	2996,4
Equipo de manejo de combustible	283	8478,3
Equipo de purificación	635	19056,5
Equipo de auxiliar de casco	708	21241,0
Equipos sanitarios	1.066	31974,0
Varios	961	28826,1
<b>TOTAL</b>	<b>7.197</b>	<b>215903</b>
<b><u>Concepto 6. Cargos y respetos</u></b>		
Cargos y respetos no reglamentarios	217	6495,3
<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>6495</b>
<b><u>Concepto 7. Instalaciones especiales</u></b>		
Instalación frigorífica	896,2	26887,2
Sistemas auxiliares de maniobra	1.026,44	30793,3
Instalaciones y equipos especiales de pesca	745,77	22373,0
<b>TOTAL</b>	<b>2.668,45</b>	<b>80053</b>
<b>TOTAL EQUIPOS, MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS</b>	<b>79.295,45</b>	<b>2378864</b>

Tabla 3.1.2 Coste de la mano de obra

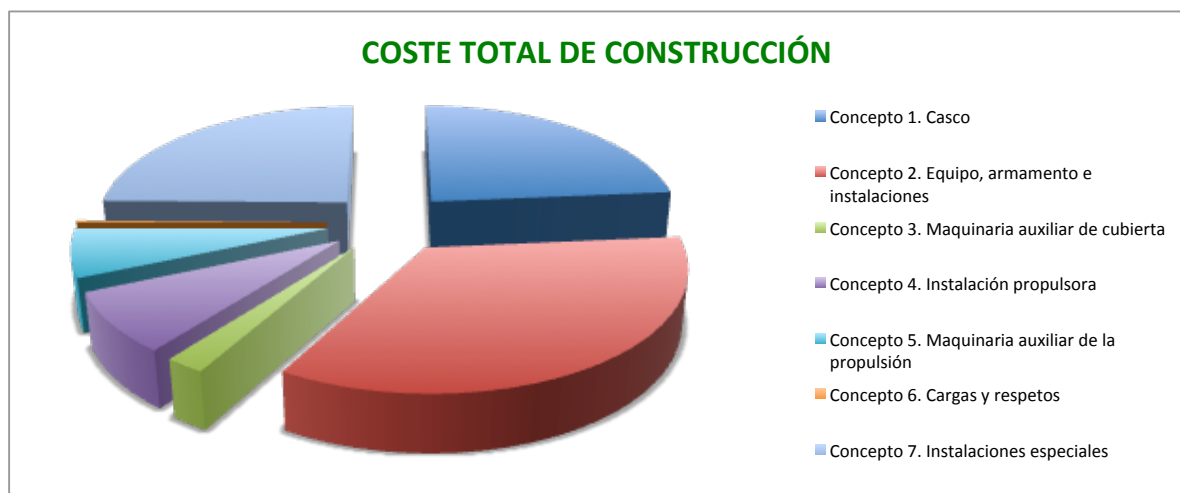
## 4. COSTE TOTAL

### 4.1 Coste de Construcción

El coste de construcción será la suma del coste de equipos, materiales y gastos directos más el coste de la mano de obra.

COSTE TOTAL CONSTRUCCION			
Concepto 1. Casco	945.838,00 €	244.324,47 €	1.190.162,47 €
Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones	952.938,00 €	795.252,80 €	1.748.190,80 €
Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta	22.161,00 €	88.024,22 €	110.185,22 €
Concepto 4. Instalación propulsora	155.475,00 €	251.044,56 €	406.519,56 €
Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión	215.903,00 €	113.069,93 €	328.972,93 €
Concepto 6. Cargas y respetos	6.495,00 €	6.022,90 €	12.517,90 €
Concepto 7. Instalaciones especiales	80.053,00 €	1.169.368,48 €	1.249.421,48 €
<b>TOTAL</b>			<b>5.045.970,00 €</b>

Tabla 4.1 Coste total de Construcción



El coste de construcción obtenido en la tabla anterior representa todos los gastos que asume el astillero en la construcción del buque.

## 4.2 Costes variables

En este apartado se engloban gastos del astillero que pueden asignarse a un buque determinado, sin corresponder a equipos o materiales incorporados al mismo. Estos gastos incluyen los siguientes:

- Seguros.
- Clasificación, reglamentos y certificados: en este subconcepto se incluyen las partidas correspondientes a la Sociedad de Clasificación y otras Entidades Reguladores, la Inspección de Buques y el Colegio Oficial de Ingenieros Navales.
- Pruebas y Garantía: incluyen las partidas correspondientes a la botadura, al coste de prácticos y remolcadores, a la varada, a las pruebas, ensayos, montadores y supervisores as. como la garantía.
- Avaes.
- Servicios auxiliares durante la construcción: se incluye la partida de andamiaje, la de instalación provisional de fuerza y alumbrado y la de limpieza.

El conjunto de todos estos gastos es proporcional a la valoración total del buque. El factor de proporcionalidad varía entre el 5 % para un valor total del buque de 3 millones de euros y el 3 % para un valor total del buque de 60 millones de euros. En este caso se aplicar un coste igual al 5%.

$$\text{Costes Variables} = 5.045.970 * 0,05 = 252.298,5 \text{ Euros}$$

### 4.3 Beneficios

El valor del beneficio industrial, expresado en porcentaje del coste total, varia dependiendo el tipo de buque y la coyuntura del mercado, que esta sometido a ciclos muy acusados.

Para buques pesqueros el beneficio va desde el 10% al 15% . para el buque proyecto se estimará un beneficio del 10% del coste de construcción, que el armador debe abonar al astillero.

$$\text{Beneficio Industrial} = 5.045.970 * 0,10 = 504.597 \text{ Euros}$$

### 4.4 Coste total del buque

El coste total del buque es la suma de coste de construcción más costes variables más beneficio.

$$\text{Coste Total} = 5045970 + 252298,5 + 504597 = 5802865,5 \text{ Euros}$$

COSTE TOTAL BUQUE	
Coste construcción	5.045.970,00 €
Costes variables	252.298,50 €
Beneficio industrial	504.597,00 €
<b>COSTE TOTAL</b>	<b>5.802.865,50 €</b>

Tabla 4.2 Coste Total del Buque

## **5. FINANCIACIÓN DEL BUQUE EN CONSTRUCCIÓN**

El valor del contrato es la cantidad total del dinero que el Armador debe abonar al Astillero. Es igual al coste de construcción del buque más los costes variables y más el beneficio industrial del astillero, menos el valor de las primas y subvenciones a la Construcción Naval.

### **5.1 Definición de ruta**

El buque es un arrastrero congelador de popa de altura, con capacidad en bodegas de 600 m<sup>3</sup>. La ruta que realizará desde Vigo al caladero NAFO, Atlántico Norte, comprende aguas internacionales situadas entre Canadá y Groenlandia.

El buque pescará bacalao, fletan, gallineta, camarón entre otras especies. La descarga de se realizará en el puerto base que es el Puerto de Vigo.

Esta ruta conlleva un recorrido 4500 millas aproximadamente, la autonomía del buque es de 50 días a una velocidad de navegación de 13 nudos.

### **5.2 Ayudas**

Actualmente las ayudas europeas y nacionales para la nueva construcción de buques de pesca están congeladas. En el año 2014 no se darán ayudas.

### **5.3 Gastos vinculados a la hipoteca naval**

Por lo tanto, la financiación total del buque será un 20% del Coste Total del buque aportado por capital propio el Armador y el 80% será aportado por capital ajeno, préstamo.

Capital Propio	20%
Beneficiarios Privados	80%

Coste Total	5.802.865,50 €
Capital propio	- 1.160.573,10 €
<b>VALOR CONTRATO</b>	<b>4.642.292,40 €</b>

<b>VALOR CONTRATO</b>	<b>4.642.292,40 €</b>
Estudio solicitud hipoteca	696.343,86 €
Aval plazos hipoteca	46.422,92 €
Gastos constitución hipoteca	13.926,88 €
Impuestos por actos jurídicos	37.138,34 €
Registro notarial	9.284,58 €
<b>TOTAL GASTOS VINCULADOS HIPOTECA</b>	<b>803.116,59 €</b>
<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>5.445.408,99 €</b>

Tabla 5.1 Inversión total

- Estudio de la solicitud de la hipoteca aproximadamente un 15%.
- Aval por los 3 primeros plazos de préstamo aproximadamente un 1%.
- Gastos de la constitución de la hipoteca aproximadamente un 0,3%.
- Impuestos por actos jurídicos documentados aproximadamente un 0,8%.
- Registro notarial aproximadamente un 0,20%.

### 5.3 Esquema de pagos

El esquema de pagos del buque:

PAGOS	ACCIONES	% Coste total
1º PAGO	Firma de contrato	20%
2º PAGO	Puesta de quilla	25%
3º PAGO	Botadura	35%
4º PAGO	Entrega de buque	20%

Tabla 5.2 Esquemas de pago

### 5.4 Gastos operativos anuales

Los gastos operativos anuales son la suma de los costes fijos directos más los costes variables directos.

#### 5.4.1 Valor actual del buque (VAB)

El valor actual del buque VAB será igual al coste del buque en el año 2 de realización.

#### 5.4.2 Valor contable del buque (VCB)

El valor contable del buque (VCB) será igual al coste total del buque menos las respectivas amortizaciones anuales.

#### 5.4.3 Gastos fijos directos

Los gastos fijos directos son los relacionados con el mantenimiento del buque, los salarios de la tripulación y los gastos relaciones con el seguro del buque.

- Mantenimiento del buque

El mantenimiento supone el 0,33% del valor actual del buque. Cada 4 años este porcentaje aumenta al 1,7% debido a la entrada en dique obligatoria del buque.

- Tripulación

La tripulación de este buque estará formada por 19 tripulantes, como se indica en los RPA del proyecto.

La distribución de los tripulantes y sus salarios es la siguiente:

TRIPULANTES	nº	€/año
Capitán	1	60000
Jefe de Máquinas	1	60000
Oficiales	2	30000
Maestranza	7	24000
Subalternos	8	20000

Tabla 5.3 Sueldos Tripulantes

- Seguro del buque

El buque se asegurará sobre un 80% del valor contable del buque. El seguro del buque esta compuesto por la tasa pura, un margen y la tasa por otros riesgos.

Las tasas relacionadas con el seguro se actualizan con el IPRI, Instituto de Precios Industriales.

#### 5.4.4 Gastos variables directos

Los gastos variables directos están compuestos por el coste de combustible y tasas portuarias o costes escala.

- Coste del combustible

Suponemos que el buque va a hacer 5 mareas en un año, es decir va a navegar durante 250 días. Ya sabemos el consumo de los motores en una marea es de 330 T, con lo que estimamos un precio de combustible en 420 euros/año. Por el precio actualizado del combustible.

$$C_{combustible} = 5 \text{ mareas} * 330 \text{ t/marea} * 420 \text{ E/año} = 693000 \text{ E}$$



- Tarifas portuarias

Las tasas portuarias responden al objetivo de coordinación del sistema de transporte de interés general y al principio de autosuficiencia del sistema portuario.

Las tasas más importantes son:

- Tasa de mercancía: en función de la capacidad del buque y del tipo de mercancía.
- Tasa del buque: función de los GT y del tiempo en puerto del buque.

El valor de estas tarifas se tomará respecto al Puerto de Vigo.

Por otro lado estimamos que el precio de venta medio para el pescado congelado no baja de 0,90 €/Kg.

Por este motivo, dado que el peso máximo que el buque puede descargar en el puerto es de 500T, tenemos un beneficio de 450.000 €/marea, así en un día la ganancia aproximadamente es de 9000 €.

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VAB			5.802.865,50 €	6.116.220,24 €	6.336.404,17 €	6.748.270,44 €	6.518.829,24 €	6.760.025,92 €	7.226.467,71 €	7.501.073,49 €
VCB			5.295.114,77 €	4.787.364,04 €	4.279.613,31 €	3.771.862,58 €	3.264.111,84 €	2.756.361,11 €	2.248.610,38 €	1.740.859,65 €
Gastos fijos directos										
Mantenimiento			19.149,46 €	20.183,53 €	20.910,13 €	114.720,60 €	21.512,14 €	22.308,09 €	23.847,34 €	127.518,25 €
Tripulación			508.000,00 €	526.796,00 €	546.287,45 €	566.500,09 €	587.460,59 €	609.196,63 €	631.736,91 €	655.111,17 €
Seguros										
Tasa pura			5.083,31 €	5.361,85 €	5.477,91 €	5.431,48 €	5.222,58 €	4.851,20 €	4.317,33 €	3.620,99 €
Margen			1.059,02 €	957,47 €	855,92 €	754,37 €	652,82 €	551,27 €	449,72 €	348,17 €
Tasa por otros riesgos			540,20 €	562,40 €	584,60 €	606,80 €	629,00 €	651,20 €	673,40 €	695,60 €
Total seguros			6.682,53 €	6.881,72 €	6.918,43 €	6.792,65 €	6.504,40 €	6.053,67 €	5.440,45 €	4.664,76 €
TOTAL Gastos fijos directos			533.831,99 €	553.861,25 €	574.116,01 €	688.013,34 €	615.477,13 €	637.558,39 €	661.024,71 €	787.294,18 €
Gastos variables directos										
Precio actualizado combustible (€/l)			0,735	0,757	0,731	0,727	0,709	0,748	0,752	0,797
Costes combustible			509.355,00 €	524.635,65 €	506.273,40 €	503.742,04 €	491.148,48 €	518.161,65 €	521.270,62 €	552.546,86 €
Costes de escala										
Evolución tasa mercancía			0,38 €	0,40 €	0,41 €	0,44 €	0,42 €	0,44 €	0,47 €	0,49 €
Costes tasa de la mercancía			5.655,89 €	6.199,76 €	6.999,38 €	7.454,33 €	7.370,32 €	8.345,83 €	9.203,43 €	9.553,16 €
Evolución tasa del buque			1,65 €	1,74 €	1,80 €	1,92 €	1,85 €	1,92 €	2,05 €	2,13 €
Costes tasa del buque			41,14 €	43,36 €	44,92 €	47,84 €	46,21 €	47,92 €	51,23 €	53,18 €
Total costes de escala			5.698,88 €	6.244,86 €	7.046,09 €	7.504,09 €	7.418,38 €	8.395,67 €	9.256,71 €	9.608,46 €
TOTAL Gastos variables directos			515.053,68 €	530.880,51 €	513.319,50 €	511.246,12 €	498.566,87 €	526.557,32 €	530.527,33 €	562.155,32 €
GASTOS OPERATIVOS ANUALES			1.048.885,67 €	1.084.741,76 €	1.087.435,51 €	1.199.259,46 €	1.114.044,00 €	1.164.115,71 €	1.191.552,04 €	1.349.449,50 €

Tabla 5.4 Gastos operativos anuales

## 5.5 Amortizaciones

La amortización anual del buque seguirá un sistema de amortización lineal:

$$\text{Amortización anual} = \frac{C_T + \text{Costes abanderamiento} - VR_8 (\text{valor residual año 8})}{N^\circ \text{ años}}$$

La amortización anual del buque no puede ser mayor que el 10% del coste de construcción del mismo.

Suponiendo que el valor residual en el octavo año será igual al 30% del coste total del buque:

$$\text{Amortización anual} = \frac{5802865,5 - 1740860}{8} = 507750,73 \text{ €}$$

## 5.6 Cash Flow del proyecto

Una vez calculados los costes operativos anuales en los que incurrirá el armador. Presentamos los datos con los que vamos a realizar la evaluación económica de nuestro proyecto.

Vamos a realizar la evaluación económica del proyecto, calculando la VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Rentabilidad), además del período de recuperación de la inversión, para un proyecto financiado y sin financiar y teniendo en cuenta lo siguiente:

Como podemos ver en las que se adjuntan a continuación, tanto en el proyecto sin crédito como con él, la inversión es favorable.

En el caso sin financiación, se nos devuelve el desembolso inicial en 8 años, siendo la ganancia de 2.522.585,3 millones de euros el VAN. El TIR, que es la rentabilidad máxima del capital en caso que de renunciar a invertir, será de un 19%.

La otra opción, siendo financiado se nos devuelve el desembolso inicial en 8 años, siendo la ganancia de 3.800.788,2 millones de euros el VAN. El TIR, será de un 17%.

CASH FLOW OPERATIVO

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Evolución precio Itele			151,82 €	160,01 €	165,77 €	176,55 €	170,55 €	176,86 €	189,06 €	196,24 €
Ventas			2.278.068,42 €	2.497.121,48 €	2.819.192,89 €	3.002.440,43 €	2.968.601,16 €	3.361.514,29 €	3.706.936,42 €	3.847.800,01 €
Costes Variables	0,00 €	0,00 €	52.444,28 €	53.860,28 €	56.062,94 €	56.797,16 €	57.216,71 €	58.790,04 €	60.048,70 €	61.569,59 €
Margen de contribución	0,00 €	0,00 €	2.225.624,13 €	2.443.261,20 €	2.763.129,95 €	2.945.643,27 €	2.911.384,45 €	3.302.724,25 €	3.646.887,72 €	3.786.230,42 €
Costes Fijos desembolsables	0,00 €	0,00 €	1.048.885,67 €	875.767,59 €	907.610,98 €	1.043.185,48 €	958.573,42 €	993.349,24 €	1.041.365,13 €	1.182.087,54 €
Amortización			507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €
Beneficio antes de Impuestos	0,00 €	0,00 €	668.987,73 €	1.059.748,88 €	1.347.768,24 €	1.394.707,06 €	1.445.060,30 €	1.801.624,28 €	2.097.771,86 €	2.096.392,15 €
Impuestos			200.696,32 €	317.924,66 €	404.330,47 €	418.412,12 €	433.518,09 €	540.487,28 €	629.331,96 €	628.917,64 €
Beneficio después de Impuestos			468.291,41 €	741.824,21 €	943.437,77 €	976.294,94 €	1.011.542,21 €	1.261.137,00 €	1.468.440,30 €	1.467.474,50 €
CASH FLOW OPERATIVO			976.042,15 €	1.249.574,95 €	1.451.186,50 €	1.484.045,67 €	1.519.292,94 €	1.768.887,73 €	1.976.191,03 €	1.975.225,23 €
CASH FLOW EXTRAOPERATIVO	-1.740.859,65 €	-2.321.146,20 €	-1.950.711,93 €	-20.273,35 €	-33.879,58 €	-32.639,34 €	11.297,52 €	-32.587,54 €	-34.269,00 €	2.093.063,22 €
CASH FLOW TOTAL	-1.740.859,65 €	-2.321.146,20 €	-974.669,79 €	1.229.301,60 €	1.417.308,92 €	1.451.406,34 €	1.530.590,46 €	1.736.300,18 €	1.941.922,03 €	4.068.288,46 €
PUNTO MUERTO			70%	57%	51%	53%	50%	45%	42%	45%
TIR	19%									
VAN ACUMULADO	-1.740.859,65 €	-3.850.992,56 €	-4.656.504,78 €	-3.732.912,29 €	-2.764.871,23 €	-1.863.662,09 €	-999.683,68 €	-108.687,14 €	797.233,82 €	2.522.585,26 €
VAN	2.522.585,26 €									
PERÍODO DE RECUPERACIÓN	8 años									

Tabla 5.5 Cash Flow Operativo

CASH FLOW OPERATIVO FINANCIADO

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Evolución precio fiате			151,82 €	160,01 €	165,77 €	176,55 €	170,55 €	176,86 €	189,06 €	196,24 €
Ventas			2.278.068,42 €	2.497.127,48 €	2.819.192,89 €	3.002.440,43 €	2.968.601,16 €	3.361.514,29 €	3.706.936,42 €	3.847.800,01 €
Costes variables	0,00 €	0,00 €	52.444,28 €	53.860,28 €	56.062,94 €	56.797,16 €	57.216,71 €	58.790,04 €	60.048,70 €	61.569,59 €
Margen de contribución	0,00 €	0,00 €	2.225.624,13 €	2.443.267,20 €	2.763.129,95 €	2.945.643,27 €	2.911.384,45 €	3.302.724,25 €	3.646.887,72 €	3.786.230,42 €
Costos fijos desembolsables	0,00 €	0,00 €	1.048.885,67 €	875.767,59 €	907.610,98 €	1.043.185,48 €	958.573,42 €	993.349,24 €	1.041.365,13 €	1.182.087,54 €
Amortización			507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €	507.750,73 €
Intereses	0,00 €	0,00 €	278.537,54 €	254.298,58 €	228.605,29 €	201.370,39 €	172.501,40 €	141.900,28 €	109.463,08 €	75.079,65 €
Beneficio antes de impuestos	0,00 €	0,00 €	390.450,19 €	805.450,29 €	1.119.162,95 €	1.193.336,67 €	1.272.558,89 €	1.659.724,00 €	1.988.308,78 €	2.021.312,49 €
Impuestos			117.135,06 €	241.635,09 €	335.748,89 €	358.001,00 €	381.767,67 €	497.917,20 €	596.492,63 €	606.393,75 €
Beneficio después de impuestos			273.315,13 €	563.815,21 €	783.414,07 €	835.335,67 €	890.791,23 €	1.161.806,80 €	1.391.816,15 €	1.414.918,75 €
CASH FLOW OPERATIVO			781.065,86 €	1.071.565,94 €	1.291.164,80 €	1.343.086,40 €	1.398.541,96 €	1.669.557,53 €	1.899.566,88 €	1.922.669,48 €
CASH FLOW EXTRAOPERATIVO	-1.740.859,65 €	-2.321.146,20 €	-1.950.711,93 €	-20.273,35 €	-33.879,58 €	-32.639,34 €	11.297,52 €	-32.587,54 €	-34.269,00 €	2.093.063,22 €
CASH FLOW TOTAL			-1.169.646,07 €	1.051.292,59 €	1.257.285,21 €	1.310.447,06 €	1.409.839,48 €	1.636.969,99 €	1.865.297,88 €	4.015.732,70 €
Capital aportado	-580.286,55 €									
Tasa VAN proyecto financiado	5%									
TIR	17%									
PUNTO MUERTO			70%	57%	51%	53%	50%	45%	42%	45%
VAN ACUMULADO	-1.740.859,65 €	-3.850.992,56 €	-4.817.642,20 €	-4.027.790,52 €	-3.169.047,80 €	-2.355.363,28 €	-1.559.545,65 €	-719.521,21 €	150.654,02 €	1.853.716,69 €
VAN	3.800.788,17 €									
PERIODO DE RECUPERACIÓN	8 años									

Tabla 5.6 Cash Flow Operativo Financiado

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Libro: *“Proyectos de buques y artefactos, Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque.”*, Fernando Junco Ocampo. Ingeniería Naval y Oceánica, Universidade de Coruña, Escola Politécnica Superior.
2. Página web del Puerto de Vigo, <http://www.apvigo.com/>.
3. Página web de Clarkson, <http://www.clarksons.net/sin2010/>.
4. *El Transporte Marítimo*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, Publicación de las Naciones Unidas, 2011.